ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MAI 1907.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur le collimateur suspendu de M. Schwartzschild.*
Note de M. G. **Lippmann**.

En vue de la mesure des latitudes, M. Schwartzschild a construit un collimateur vertical, suspendu à la manière d'un fil à plomb, et d'ailleurs pareil à celui dont je proposais l'emploi dans une Note récente. Le travail de M. Schwartzschild a été inséré dans les *Astronomische Nachrichten* de 1904, dans une Note qui m'avait échappé; la priorité de cette invention appartient donc au savant astronome de Gœttingen.

M. Schwartzschild s'est assuré du bon fonctionnement de l'appareil à l'aide d'une méthode visuelle, tandis que j'ai employé pour le même objet une méthode photographique. Il a constaté que, si la plate-forme qui soutient la lunette est inclinée à dessein de 40″ sur l'horizontale, il n'en résulte pour la détermination du zénith qu'une erreur de 0″,2. Comme il est facile d'éviter une inclinaison de 40″ pour la plate-forme, il en résulte que l'erreur sur la position du zénith peut être rendue négligeable.

M. Schwartzschild conclut de ses mesures que le collimateur suspendu donne des résultats aussi précis que les meilleurs niveaux.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la flore et sur les niveaux relatifs des sondages houillers de Meurthe-et-Moselle.* Note de M. **R. Zeiller**.

Il a déjà été rendu compte à l'Académie des premiers résultats obtenus dans l'exécution des sondages entrepris en Meurthe-et-Moselle, aux alen-

tours de Pont-à-Mousson, en vue de la recherche du prolongement du bassin houiller de Sarrebrück [1]. L'étude que j'ai pu faire des empreintes végétales obtenues en nombre considérable, — quelque 10000 échantillons, — en refendant les carottes retirées de ces sondages, m'a fourni sur la flore et sur le niveau des couches traversées des renseignements qu'il me paraît y avoir quelque intérêt à faire connaître à l'Académie, ne serait-ce qu'à raison de la confirmation qu'ils apportent aux conclusions déduites par MM. Nicklès et Joly, d'une part, par MM. Marcel Bertrand et Bergeron, d'autre part, de l'étude géologique de la région.

Les sondages d'où proviennent ces empreintes sont les suivants [2] : d'abord ceux de Pont-à-Mousson, d'Éply à l'est-nord-est de Pont-à-Mousson, à peu de distance de la frontière, de Lesménils au nord-est de Pont-à-Mousson, et d'Atton un peu au sud-est; ceux du château de Dombasle à l'est-sud-est de Pont-à-Mousson, de Jezainville au sud, de Bois-Greney et de Martincourt au sud-sud-est, échelonnés à peu près sur une ligne ENE-SSO passant au sud de Pont-à-Mousson ; et enfin celui d'Abaucourt, au sud de cette ligne et au voisinage de la frontière.

Ces neuf sondages ont tous rencontré le terrain houiller et ont été arrêtés sans en être sortis.

Celui de Pont-à-Mousson l'a atteint à 789^m et a été arrêté à 1556^m, après avoir rencontré, entre 819^m et 1287^m, cinq couches de charbon, mesurant respectivement $0^m,70$, $0^m,60$, $0^m,40$, $1^m,02$ et $0^m,51$; le pendage, de 30° à 35° au début, s'est abaissé vers la fin à 20°-25°.

Celui d'Éply l'a traversé de 659^m jusqu'à 1505^m, avec un pendage faible, de 12° à 15° au début, de 8° à la fin; il a rencontré neuf couches : l'une, de $0^m,80$, à 691^m; quatre, de $1^m,23$, $1^m,30$, $1^m,36$ et $0^m,55$, entre 1273^m et 1318^m; et quatre, de $0^m,37$, $1^m,07$, $0^m,70$ et $0^m,50$, entre 1458^m et 1486^m.

Celui de Lesménils a traversé le Houiller de 754^m à 1507^m, avec pendage de 55° à 60° au début, mais s'abaissant à 30° vers la fin; il n'a pas rencontré de veines charbonneuses.

Celui d'Atton a traversé le Houiller de 749^m à 1502^m, avec pendage faible, variant de 15° à 12°; il n'a rencontré que des veines peu épaisses,

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXL, 27 mars 1905, p. 837-840, 893-898; t. CXLI, 3 juillet 1905, p. 66-69.

(2) *Voir* la Carte annexée à la Note de MM. R. Nicklès et H. Joly, *Sur la tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle* (*Comptes rendus,* t. CXLIV, 11 mars 1907, p. 587).

cinq seulement de plus de $0^m,50$, variant de $0^m,60$ à $0^m,85$, entre 793^m et 1353^m.

Le sondage de Dombasle a traversé le terrain houiller de 893^m à 1204^m, avec un pendage variable, oscillant au début entre 30° et 70°, et vers la fin entre 30° et 45° ; il a rencontré deux couches de 2^m et $2^m,06$, à 894^m et à 1137^m, et deux autres, de $0^m,41$ et de $0^m,65$, à 919^m et à 1083^m.

Celui de Jezainville a traversé le Houiller de 768^m à 1200^m, avec pendage de 20° à 10° ; il n'a rencontré qu'une veine, de $0^m,60$, à 1037^m.

Celui de Bois-Greney l'a traversé de 955^m à 1150^m, avec pendage de 15° environ; il n'a pas trouvé de charbon.

Celui de Martincourt l'a traversé de 943^m à 1235^m, avec pendage de 15° environ ; il a rencontré à 1180^m une couche de charbon de $0^m,65$.

Enfin le sondage d'Abaucourt l'a traversé de 830^m à 1351^m, avec pendage variant de 14° à 24° ; il a rencontré quatre couches, l'une de $2^m,50$ à 896^m, les trois autres de $0^m,90$, $1^m,20$ et $0^m,86$, entre 1156^m et 1217^m.

Grâce au débitage méthodique des carottes, opéré avec un soin minutieux sous la direction de M. Nicklès, et principalement de M. Joly, par MM. les Ingénieurs des Sociétés lorraines de charbonnages réunies, il a été obtenu, comme je l'ai dit, pour ces neuf sondages, un total d'environ 10000 échantillons, dans lesquels je n'ai pas constaté moins de 145 espèces, dont quelques-unes nouvelles. Je ne mentionnerai ici que celles qui offrent un intérêt spécial au point de vue paléobotanique ou au point de vue de la distinction des niveaux ([1]).

Fougères et Ptéridospermées. — *Sphenopteris obtusiloba* Brongt (J; L; PM; At; E); *Sphen. Sauveuri* Crépin (D; J; G; M?; L?; PM, commun notamment de 815^m à 1100^m; At, commun de 793^m à 860^m, et assez fréquent jusqu'à 1000^m; E, très rare); *Sphen. Schaumburg-Lippeana* Stur (sp.) (PM; At; E : il faut, je crois, rapporter à cette espèce des échantillons fructifiés d'Éply, présentant les caractères du genre *Zeilleria* Kidston); *Sphen. (Zeilleria) avoldensis* Stur (sp.) (G; J; L; PM; At; E); *Sphen. Damesi* Stur (sp.) (J; L); *Sphen. Goldenbergi* Andræ (D; M; L); *Sphen. (Hymenophyllites) quadridactylites* Gutb. (J; M?; L; PM; At; E); *Sphen. (Oligocarpia) Brongniarti* Stur (D; J; M; L; At; E).

Alloiopteris coralloides Gutb. (sp.) (At; E); *All. Essinghi* Andræ (sp.) (J; M; L; At; E); *All. cristata* Gutb. (sp.) (At?; E).

Pecopteris hemitelioides Brongt (Ab); *Pec. oreopteridia* Schlot. (sp.) (Ab); *Pec.*

([1]) Les sondages sont désignés par leurs initiales : Ab, Abaucourt; At, Atton; D, Dombasle; E, Éply; G, Bois-Greney; J, Jezainville; L, Lesménils; M, Martincourt; PM, Pont-à-Mousson.

cf. *Daubreei* Zeil. (Ab, assez fréquent); *Pec. polymorpha* Brongt (Ab); *Pec. unita* Brongt (Ab; D?; G?); *Pec. Volkmanni* Sauveur (At; E); *Pec. pennæformis* Brongt (J; M; L; PM; At, assez abondant sur toute la hauteur, surtout à partir de 1000^m; E, assez commun jusque vers 1100^m : il a été trouvé à Éply un échantillon fructifié qui paraît appartenir à cette espèce et qui ne diffère pas, d'autre part, du *Senftenbergia elegans* Cordas, de sorte que celui-ci ne serait autre chose que la forme fertile du *Pec. pennæformis*); *Pec. Pluckeneti* Schlot. (sp.) (Ab, assez fréquent; D; J; G; M); *Pec. Beyrichi* (*Diplotmema B.* Stur) (J?; L.).

Danæites saræpontanus Stur (G; PM).

Alethopteris Serli Brongt (sp.) (D; J; G; M; L, assez commun; PM, assez commun; At, assez commun; E, assez commun à la partie supérieure); *Al. Davreuxi* Brongt (sp.) (D; J; G; M; L; PM; At; E, rare); *Al. valida* Boulay (L; PM; At).

Lonchopteris Defrancei Brongt (sp.) (D; J, assez commun; G, assez commun; M; L; PM, rare; At, rare); *Lonch.* nov. sp. (espèce à limbe pileux, ressemblant par la forme au *Lonch. Bricei* Brongt, et par la nervation au *Lonch. Baurii* Andræ) (J, assez fréquent; G, assez commun; L, assez fréquent entre 782^m et 975^m; At, très rare).

Odontopteris Cœmansi Andræ (D, assez fréquent; J, assez commun; G, commun par places); *Odont. osmundæformis* Schlot. (sp.) (D; J; M?).

Nevropteris Scheuchzeri Hoffm. (Ab; D, assez fréquent; J?; G; M, assez fréquent; L?; PM, assez fréquent; At, assez fréquent jusqu'à 1000^m); *Nevr. flexuosa* Sternb. (D; J; G; PM, assez commun par places; At, assez commun jusque vers 1050^m; E, clairsemé); *Nevr. tenuifolia* Schlot. (sp.) (J; G; M; PM, abondant à partir de 1290^m; At, abondant; E, assez abondant, du moins jusque vers 1060^m); *Nevr. obliqua* Brongt (sp.) (At entre 1200^m et 1500^m, assez rare; E, plus fréquent).

Linopteris obliqua Bunb. (D; J; G; M; L; PM, irrégulier; At, abondant à partir de 1100^m; E, assez abondant, du moins jusque vers 1070^m); *Lin. nevropteroides* Gutb. (D, assez fréquent; J; G, assez fréquent; M, commun par places; L, commun; PM, abondant jusqu'à 1180^m; At, assez abondant jusque vers 850^m; E, clairsemé).

Sphénophyllées. — *Sphenophyllum myriophyllum* Crépin (J, très rare; M?; L, très rare; PM, à partir de 1100^m, et assez commun au delà de 1300^m; At, assez commun à partir de 1000^m, abondant au delà de 1300^m; E, commun jusque vers 1100^m, plus clairsemé au delà); *Sphen. emarginatum* Brongt (Ab; D; J, assez commun; G, assez commun; M, assez commun; L, clairsemé; PM, assez commun par places; At, clairsemé, mais au-dessus de 1200^m seulement); *Sphen. Nageli* Grand'Eury (Ab); *Sphen. oblongifolium* Germ. et Klfs (Ab, assez commun;) *Sphen. majus* Bronn (Ab; D, assez abondant; J; G; L; At, rare).

Équisétinées. — *Asterophyllites longifolius* Sternb. (sp.) (J; PM; At, assez fréquent; E, assez fréquent jusque vers 1065^m); *Ast. grandis* Sternb. (sp.) (PM; At, assez commun par places; E, assez commun par places).

Annularia pseudostellata Pot. (D; J; M; L; PM; At, région supérieure); *Ann. stellata* Schlot. (sp.) (Ab; D); *Ann. sphenophylloides* Zenk. (sp.) (Ab, assez abondant; D, assez fréquent; G, assez fréquent).

Cingularia typica Weiss (G?; M, très rare; L, très clairsemé; PM, relativement fréquent; At, relativement fréquent).

Lycopodinées. — *Lycopodites macrophyllus* Gold. (J); *Lyc. elongatus* Gold.? (G).

Je passe sous silence les Lépidodendrées et Sigillariées, ainsi que les Cordaïtées, qui ne sont représentées par aucune forme méritant d'être citée. Mais je mentionnerai un *Palæoxyris* quadrispiralé, c'est-à-dire un œuf de Poisson, trouvé à Éply à 1400^{m}.

On peut tout d'abord remarquer, dans la liste que je viens de donner, la présence d'un certain nombre d'espèces, comme *Sphenopteris Damesi, Pecopteris Beyrichi, Danæites saræpontanus, Lonchopteris Defrancei, Odontopteris Cœmansi, Cingularia typica, Lycopodites macrophyllus, Lyc. elongatus,* qui n'ont guère été reconnues jusqu'ici que dans le bassin de Sarrebrück; mais le principal intérêt des observations ainsi faites sur la flore réside dans les conclusions qu'elles m'ont permis de formuler sur les niveaux relatifs de ces différents sondages.

Tout d'abord les couches traversées à Abaucourt, et pour lesquelles j'avais, à raison de l'insuffisance des premières données, hésité entre le sommet du Westphalien et le Stéphanien [1], se révèlent nettement comme appartenant à ce dernier étage, aux *Ottweiler Schichten,* avec des espèces telles que *Pecopteris hemitelioides, Pec. oreopteridia, Pec. polymorpha, Sphenophyllum oblongifolium, Sphenoph. Nageli,* à l'exclusion des formes habituelles de la flore westphalienne.

Par contre, les huit autres sondages, qui se sont tous montrés plus ou moins riches en espèces telles que *Mariopteris muricata, Pecopteris Miltoni, Alethopteris Serli, Al. Davreuxi, Linopteris obliqua, Sphenophyllum cuneifolium,* se classent dans le Westphalien, dans les *Saarbrücker Schichten,* mais à des niveaux différents.

Ceux de Dombasle, Bois-Greney et Jezainville, avec *Odontopteris Cœmansi* et *Pecopteris Pluckeneti* relativement fréquents, appartiennent nettement à la zone des Flambants supérieurs (*Obere Flammkohlen*); ils offrent des flores peu différentes les unes des autres; néanmoins, celui de Dombasle, avec *Annularia stellata* notamment, paraît être, des trois, celui qui correspond au niveau le plus élevé, les deux autres renfermant des espèces comme *Sphenopteris avoldensis, Sphen. Damesi, Lonchopteris* nov. sp., *Nevropt. tenuifolia,* qui se retrouvent à des niveaux plus bas et qui ne se sont pas montrées à Dombasle. Le sondage de Jezainville semble, d'autre part, avoir traversé des couches un peu plus anciennes, du moins pour partie, que celui de Bois-Greney, à en juger par la présence, dans ces couches, de formes telles que *Alloiopteris Essinghi, Pecopt. pennæformis, Alethopt. decurrens, Sphenophyllum myriophyllum,* qui sont relativement anciennes.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLI, 3 juillet 1905, p. 68.

Le sondage de Martincourt n'a fourni que peu d'échantillons; mais la présence de *Pecopt. Pluckeneti* et, à ce qu'il semble, d'*Odont. osmundæformis* conduit à le rapprocher des trois précédents. Il semble que les couches qu'il a traversées, et où se sont montrés *Alloiopt. Essinghi, Pec. pennæformis,* peut-être *Sphenoph. myriophyllum,* puissent être parallélisées avec celles de Jezainville ou tout au moins avec les plus basses d'entre elles; peut-être correspondraient-elles en partie à la zone qui sépare, à Sarrebrück, les Flambants supérieurs des Flambants inférieurs.

La flore du sondage de Lesménils rappelle, par plusieurs de ses espèces, celle des sondages qui précèdent, mais les formes typiques des Flambants supérieurs, *Odontopteris, Pecopteris Pluckeneti,* y font défaut; *Aleth. Davreuxi* et *Lonch. Defrancei* y sont assez fréquents jusque vers 1000^m ou 1100^m; *Linopt. nevropteroides* y abonde; *Lin. obliqua* y est plutôt clairsemé; il semble que la partie supérieure de ce sondage doive être rangée dans l'étage des Flambants inférieurs, tandis que la portion inférieure serait au-dessous de la limite de cet étage.

Enfin les trois sondages de Pont-à-Mousson, Atton et Éply paraissent appartenir à l'étage des charbons gras (*Fettkohlengruppe*), renfermant en plus ou moins grande abondance des espèces telles que *Sphenopt. obtusiloba, Sphen. Sauveuri, Sphen. Schaumburg-Lippeana, Pecopt. pennæformis* assez répandu, *Nevr. gigantea* commun, *Nevr. flexuosa* et *Nevr. tenuifolia* abondants, *Sphenophyllum myriophyllum* plus ou moins fréquent. Si l'on entre dans le détail, on voit le *Sphen. Sauveuri* demeurer abondant à Pont-à-Mousson un peu plus bas qu'à Atton, puis se raréfier, et se montrer à peine à Éply; le *Pec. pennæformis,* clairsemé à Pont-à-Mousson, devient fréquent à Atton à partir de 1000^m, et reste abondant à Éply jusque vers 1100^m; les *Nevr. flexuosa* et *Nevr. tenuifolia* vont d'abord en augmentant de fréquence en profondeur, à Pont-à-Mousson et à Atton, pour se raréfier ensuite, soit dès la région inférieure d'Atton pour l'un, soit seulement dans la région moyenne d'Éply pour l'autre; le *Lin. obliqua* se comporte d'une manière analogue; le *Sphen. emarginatum,* qui était assez commun à Bois-Greney, à Jezainville et à Martincourt, plus clairsemé à Lesménils, se montre encore à Pont-à-Mousson sur toute la hauteur, pour devenir rare à Atton à partir de 1000^m et disparaître vers 1200^m; il manque à Éply; le *Sphen. myriophyllum,* au contraire, devient assez commun à Pont-à-Mousson à partir de 1300^m; fréquent à Atton dès 768^m, il s'y montre de plus en plus fréquent en profondeur, et franchement abondant à partir de 1300^m; il est commun à Éply jusque vers 1100^m et devient ensuite plus clairsemé.

Toutes ces indications, confirmées encore par quelques autres du même genre, montrent clairement que ces trois sondages s'échelonnent de haut en bas dans l'ordre : Pont-à-Mousson, Atton, Éply, les couches traversées à Atton devant correspondre en partie, vers le haut, à celles de la partie inférieure de Pont-à-Mousson, et en partie, vers le bas, à celles de la région supérieure d'Éply. Si l'on tient compte notamment de la répartition du *Sphenopteris Sauveuri*, d'une part, et du *Sphenophyllum myriophyllum*, d'autre part, signalés par M. Potonié (1) comme caractérisant par leur abondance, le premier la partie supérieure et le second la partie inférieure de l'étage des charbons gras (*Fettkohlengruppe*), on est amené à conclure que les deux sondages de Pont-à-Mousson et d'Atton sont à cheval l'un et l'autre sur ces deux subdivisions, le passage de la première à la seconde paraissant avoir lieu à Pont-à-Mousson à une profondeur comprise entre 1100^m et 1300^m ou 1400^m, et à Atton vers 900^m ou 1000^m, pour autant, bien entendu, qu'on peut assigner à une telle limite une position tant soit peu précise.

Quant au sondage d'Éply, il serait tout entier, semble-t-il, d'après la composition de sa flore, dans les charbons gras inférieurs.

Je dois rappeler que l'étude stratigraphique des couches secondaires recouvrant le terrain houiller avait conduit MM. R. Nicklès et H. Joly (2) à penser que les couches houillères d'Éply devaient être un peu plus anciennes que celles d'Atton et de Pont-à-Mousson, celles de Lesménils plus récentes que ces dernières et plus anciennes à leur tour que celles de Dombasle. On voit que ces conclusions ont été entièrement confirmées par celles que j'ai pu tirer de l'étude paléobotanique et que je viens d'exposer.

ASTRONOMIE. — *Sur les positions des étoiles de repère concernant la planète Éros déduites des clichés de Toulouse.* Note de M. B. **Baillaud.**

La discussion des positions des étoiles relatives à la détermination de la parallaxe du Soleil par l'étude de la planète Éros a révélé à M. Hinks, de Cambridge, divers écarts systématiques dont l'influence pourrait limiter

(1) H. Potonié, *Die Art der Untersuchung von Carbon-Bohrkernen auf Pflanzenreste*, p. 10 (*Naturwiss. Wochenschr.*, Neue Folge, I, n° 23, 1902).

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 589.

la précision du résultat. En particulier dans les positions d'étoiles déduites des 89 clichés obtenus par M. Montangerand à Toulouse, calculés et publiés par M. Henry Bourget, avec le concours de M. Caubet et du Bureau des mesures et des calculs, M. Hinks a trouvé, en ascension droite (α) et en déclinaison (δ), des équations de grandeur et certains écarts systématiques que nous avons, M. Bourget et moi, cherché à éclaircir. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats obtenus jusqu'ici.

D'une part M. Bourget a examiné minutieusement le mode de réduction que j'avais établi à Toulouse, fondé sur des formules dues à P. et Pr. Henry. Dans ce mode de réduction, on suppose que l'axe optique principal de l'objectif photographique passe exactement par le centre de la plaque photographique et est perpendiculaire au plan de cette plaque. On tient compte de la réfraction différentielle; on n'introduit que quatre éléments pour chaque cliché, savoir : les coordonnées équatoriales du centre, la valeur angulaire de l'unité de l'échelle, l'orientation de l'axe des abscisses par rapport à l'axe théorique. Les formules utilisent certains développements en séries que j'avais discutés soigneusement à propos de leur application à la zone de Toulouse du Catalogue astro-photographique. M. Bourget, avant de les appliquer aux clichés d'Éros, s'était assuré qu'aux grandes déclinaisons et aux grands angles horaires de ces clichés, les termes négligés n'acquéraient pas de valeurs sensibles. L'examen auquel il s'est livré dans ces derniers mois ne lui a révélé aucun oubli.

Nous avons repris les questions relatives au centrage de la plaque et à sa perpendicularité à l'axe optique et avons, M. Montangerand, M. Bourget et moi, avec le concours de M. Carrère, l'habile mécanicien de l'Observatoire, déterminé les écarts actuels par les méthodes de Sir David Gill et de M. Trépied. Nous n'avons trouvé que des écarts de centrage de une à deux minutes, et des écarts de perpendicularité un peu plus forts, mais trop faibles, sans doute, pour expliquer les écarts systématiques signalés par M. Hinks.

M. Hinks a facilité nos recherches en nous envoyant la réduction par la méthode de Turner de quatre de nos clichés et nous indiquant qu'ainsi réduites nos mesures devenaient bonnes. Nous sommes heureux de l'occasion qui s'offre à nous de remercier M. Hinks de sa courtoisie.

En même temps, nous avons étudié le mode de réduction de Toulouse et cherché l'influence que pourraient avoir l'erreur de centrage et la non-perpendicularité de la plaque à l'axe optique. Nous avons constaté que l'erreur de centrage pouvait modifier dans les formules de réduction les

termes du premier degré, par rapport aux coordonnées rectangles des étoiles sur le cliché. Il s'est présenté, dans cette partie de nos recherches, des singularités sur lesquelles je pourrai revenir dans une autre occasion. Il suffira de dire ici que, l'introduction dans nos formules des coordonnées du centre de la plaque par rapport à l'axe optique portant à six le nombre des inconnues, le mode de réduction employé à Toulouse se confond, au fond sinon dans la forme, avec celui de Turner.

Dans ces conditions, tout en conservant l'algorithme établi à Toulouse, nous avons conclu à la nécessité de séparer, dans la détermination des éléments des clichés, les équations provenant des ascensions droites de celles qui proviennent des déclinaisons, tandis que, en n'introduisant que quatre constantes, nous avions dû les combiner. Je dois ajouter que j'ai acquis la conviction que ce n'est pas l'erreur de centrage qui impose la séparation des équations des α et des δ. Il y a autre chose dont je n'ai pas abandonné la recherche, mais qu'il m'est actuellement impossible de préciser.

La recherche des équations de grandeur a été faite de plusieurs manières : Tous les résultats obtenus sont concordants et ont les mêmes signes qu'avait indiqués M. Hinks, tout en ayant des valeurs absolues un peu moindres.

Nous avons d'abord réduit le cliché 1137 obtenu vers la date de l'apparition d'Éros, pour lequel le catalogue de Leipzig nous donnait 60 étoiles de repère. Nous avons séparé les belles, de grandeur moyenne 7,5, les faibles de grandeur photographique moyenne 9,5. Nous avons déduit deux systèmes d'éléments et réduit toutes les étoiles par les deux systèmes. Cette première étude n'a pas donné d'équation de grandeur en α, en a donné une de 0″,05 par classe de grandeur en déclinaison. Les déclinaisons des 9,5 déduites des 7,5 étaient trop faibles.

Un cliché 1567 des Pléiades, obtenu spécialement pour cet objet par M. Montangerand, portait deux poses contiguës de même durée et une troisième pose de même durée obtenue par renversement de l'équatorial équivalent à une rotation de l'objectif de 180°. Le Bureau des mesures a mesuré six fois ce cliché, trois fois dans une position du cliché, trois fois dans la position inverse.

Nous avons adopté comme repères 29 étoiles de grandeur moyenne 7,5 (entre 7,0 et 8,2) et pris leurs positions dans le dernier catalogue d'Elkin. Il est aisé de voir que la comparaison de deux poses obtenues par renversement de l'équatorial double les équations de grandeur.

La moyenne des valeurs absolues des résidus des 29 étoiles a été, en α, $0^s,012$; en δ, $0'',15$.

On a réduit neuf étoiles plus belles, de grandeur moyenne 5,0. Les moyennes des résidus, tous de même signe dans une même suite, ont été :

En α..........	Pose I $+ 0^s,049$	Pose III $+ 0^s,030$
En δ..........	Pose I $+ 0'',30$	Pose III $- 0'',25$

On en conclut, pour ces étoiles, en α une équation visuelle égale à $0^s,040$ et une équation photographique $0^s,010$. Il s'ensuit que, pour ramener aux 7,5 les 5,0, il faut diminuer les α de $0^s,004$ par classe de grandeur; il faut diminuer les δ de $0'',12$.

On a réduit ensuite 20 étoiles faibles, de grandeur moyenne 8,6. On n'a plus trouvé d'équation visuelle en α; les équations de grandeur photographique ont été, par grandeur,

En α..... $-0^s,006$; en δ..... $-0'',05$.

On a réduit 13 étoiles faibles, de grandeur moyenne 10,7. Elles ont donné, par classe de grandeur,

En α..... $-0^s,003$; en δ..... $-0'',05$.

Tous ces résultats, aussi concordants qu'on pût l'espérer, montrent que, pour ramener aux 7,5 prises pour types les étoiles de grandeur $7,5+m$, il faudrait augmenter les α de $0^s,005\,m$; les δ de $0'',06\,m$.

Les valeurs absolues en δ résultant des discussions de M. Hinks étaient plus fortes. D'autre part, les résultats de la discussion de M. Cohn étaient d'accord avec nos ascensions droites. Nous nous proposons de poursuivre ces recherches, nous bornant à signaler aujourd'hui que des questions connexes ont été soulevées par d'autres astronomes, notamment par M. Belopolsky, pour le grand réfracteur de Poulkova.

En terminant, nous ne saurions omettre d'adresser nos remercîments à Mlle Vaudein, employée au Bureau des mesures et des calculs, qui a fait, avec un zèle et une sûreté exceptionnels, tous les calculs numériques nécessités par ces recherches.

CORRESPONDANCE.

L'Académie des Sciences de Saint-Louis adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Henri Moissan*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *La santé par l'hygiène*, par Nestor Gréhant. (Présenté par M. E. Perrier.)
2° *Hydrologie agricole*, par Frédéric Dienert. (Présenté par M. E. Roux.)
3° *Natural Law in terrestrial phenomena*, by William Digby.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'absence de polarisation des protubérances.* Note de M. P. Salet.

D'après la théorie de Schmidt un rayon venant d'un point du disque solaire aurait subi dans l'astre lui-même une très forte déviation, due à des réfractions successives dans le plan passant par ce rayon et par le centre du Soleil; il devrait donc être partiellement polarisé perpendiculairement à ce plan. La quantité de lumière polarisée ne dépend, en effet, dans la théorie de Fresnel, que de la valeur de la déviation.

De même, dans la théorie de Julius, la lumière monochromatique d'un point d'une protubérance viendrait en réalité d'un point de la photosphère et aurait, par suite, subi une déviation dont il est facile de calculer une valeur minima d'après la hauteur de la protubérance; elle devrait donc être partiellement polarisée perpendiculairement au plan passant par ce rayon et par le point d'où émane la lumière de la protubérance.

Or la lumière des bords du Soleil et des protubérances n'est pas polarisée. Grâce à une photographie polariscopique à très courte pose obtenue en 1905 j'ai trouvé pour la première fois de la lumière polarisée sur la couronne au bord même de la Lune, et pourtant je n'ai pas observé de trace de polarisation sur les protubérances.

Il semble donc qu'il y ait contradiction entre les théories de Schmidt et de Julius et la théorie de la polarisation de Fresnel.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Applications d'un théorème sur la convergence en moyenne.* Note de M. **Ernst Fischer**, présentée par M. Ém. Picard.

J'ai énoncé dernièrement (*Comptes rendus,* séance du 13 mai 1907) un théorème sur la convergence en moyenne. Je veux ajouter ici quelques applications.

Soit encore

$$(1) \qquad \int_a^b \varphi_m \varphi_n \, dx = 0, \quad \text{pour } m \neq n, \qquad \int_a^b \varphi_n^2 \, dx = 1,$$

les φ_n appartenant à Ω. Partons d'une fonction quelconque f de Ω et posons

$$a_n = \int_a^b f \varphi_n \, dx.$$

Ces a_n remplissent la condition que Σa_n^2 converge, il y a donc, en vertu du théorème de ma Note citée, une fonction f_0 de Ω, essentiellement (¹) déterminée, pour laquelle

$$f_0 \sim a_1 \varphi_1 + a_2 \varphi_2 + \ldots.$$

Cette fonction f_0 a pour f la signification suivante. Appelons *accessibles pour les* $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ les fonctions φ de Ω pour lesquelles on peut, quelle que soit la quantité positive ε, trouver un entier n et des constantes réelles c_1, $c_2, \ldots, c_n$ telles que l'on ait

$$\int_a^b (\varphi - c_1 \varphi_1 - \ldots - c_n \varphi_n)^2 \, dx < \varepsilon.$$

Pour une fonction donnée f de Ω il existe parmi les fonctions accessibles φ une, et essentiellement une seule, pour laquelle la quantité $\int_a^b (f - \varphi)^2 \, dx$ soit minima : c'est la fonction f_0, que nous appellerons *la fonction accessible*

(¹) Le mot *essentiellement* a le même sens que dans la Note citée.

la plus approchée en moyenne de f. (Pour que f soit elle-même accessible, il faut et il suffit que $f \sim a_1\varphi_1 + a_2\varphi_2 + \ldots$ ou $\int_a^b f^2\,dx = a_1^2 + a_2^2 + \ldots$).

L'ensemble $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ est dit *général* si chaque fonction de Ω est accessible ([1]). Pour cela (il faut et) il suffit que l'on n'ait

$$\int_a^b u\varphi_n\,dx = 0 \qquad (n = 1, 2, \ldots)$$

pour aucune fonction u de Ω qui diffère essentiellement de zéro; car, si f n'était pas accessible, $f - f_0 = u$ remplirait les conditions indiquées. Donc *les notions* ensemble général *et* ensemble fermé, *introduites par M. Hilbert, se confondent si on les applique à* Ω.

Pour une autre application de notre théorème, on peut démontrer qu'à un ensemble $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ qui n'est pas général, on peut toujours *adjoindre* des fonctions $\psi_1, \psi_2, \ldots$, de sorte que $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \psi_1, \psi_2, \ldots$ est général.

D'ailleurs, pour la théorie de l'approximation en moyenne, les ensembles dénombrables $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ ne sont aucunement le vrai point de départ; je développerai cette théorie dans une autre occasion en m'appuyant sur une espèce de *géométrie des fonctions.*

Passons à un problème tout différent : *reconnaître si une fonction continue* $F(x)$ *est ou non l'intégrale indéfinie d'une fonction de* Ω. Prolongeons $F(x)$ au delà de (a, b) de manière que $F(x+b-a) - F(x)$ devienne constante et formons ([2])

$$F_\delta(x) = \frac{F(x+\delta) - F(x-\delta)}{2\delta},$$

δ désignant une constante réelle non nulle. $F_\delta(x)$ est une fonction continue admettant la période $b - a$. Les notions et théorèmes sur la convergence en moyenne s'étendent immédiatement du cas $\lim n = \infty$ (suite dénombrable) au cas $\lim \delta = 0$, ce qui fournit la réponse suivante à la question posée : *Pour que la fonction continue* $F(x)$ *soit l'intégrale indéfinie d'une fonction de* Ω (*il faut et*) *il suffit que* $F_\delta(x)$ *converge en moyenne pour*

([1]) En d'autres termes, si les fonctions $c_1\varphi_1 + \ldots + c_n\varphi_n$ constituent un ensemble général au sens de la Note citée (*voir* déf. I *b*).

([2]) On pourrait aussi raisonner sur $\dfrac{F(x+\delta) - F(x)}{\delta}$.

$\lim \delta = 0$, c'est-à-dire que

$$\lim_{\delta, \delta' = 0} \int_a^b (F_\delta - F_{\delta'})^2 \, dx = 0.$$

Car si $F_\delta(x)$ converge en moyenne, il existe dans Ω, en vertu du théorème général, une fonction f vers laquelle $F_\delta(x)$ converge en moyenne, et l'on a

$$\lim_{\delta = 0} \int_a^x F_\delta \, dx = \int_a^x f \, dx;$$

mais le premier membre de cette équation n'est autre chose que $F(x) - F(a)$.

Il suit de cette proposition et d'un théorème de M. Lebesgue ([1]) que, si $F_\delta(x)$ converge en moyenne, elle doit aussi converger pour chaque valeur de x, sauf pour un ensemble de mesure nulle.

Dans cet exemple de convergence en moyenne se présentent des circonstances particulières. Considérons la quantité $\int_a^b F_\delta^2 \, dx$. On peut prouver qu'elle a toujours, pour $\lim \delta = 0$, une limite déterminée qui est finie ou $+\infty$ suivant que $F_\delta(x)$ converge en moyenne ou non. Donc, *pour que la fonction continue* $F(x)$ *soit l'intégrale indéfinie d'une fonction de* Ω, *il faut et il suffit que* $\int_a^b F_\delta^2 \, dx$ *soit une fonction bornée de* δ. Posons enfin $F(x) = \frac{1}{2} C x + F_1(x)$, où C est une constante et F_1 admet la période $b - a$; prenons $a = 0$, $b = 2\pi$ et posons

$$A_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} F_1 \cos n x \, dx, \qquad B_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} F_1 \sin n x \, dx.$$

Alors, *pour que la fonction continue* $F(x)$ *soit l'intégrale indéfinie d'une fonction de* Ω, *il faut et il suffit que la série* $\Sigma n^2 (A_n^2 + B_n^2)$ *soit convergente.*

Je tiens à prouver que l'emploi des notions de M. Lebesgue est nécessaire pour notre sujet. Soit Π l'ensemble des fonctions continues et π_1, π_2, ... un ensemble général de fonctions continues remplissant les conditions analogues à (1). Il existe dans Ω une fonction χ différant essentiellement de toutes les fonctions de Π, posons $a_n = \int_a^b \chi \pi_n \, dx$. Alors la série à termes continus $a_1 \pi_1 + a_2 \pi_2 + \ldots$ converge en moyenne, sans converger en moyenne vers aucune fonction continue: donc, *pour* Π, *le théorème*

([1]) Lebesgue, *loc. cit.*, p. 124.

général est en défaut. Les a_n n'étant pas tous nuls, supposons $a_1 \neq 0$. On peut démontrer que l'ensemble des fonctions [1]

$$\varphi_n = a_1 \pi_{n+1} - a_{n+1} \pi_1 \qquad (n = 1, 2, \ldots)$$

jouit des propriétés suivantes : les φ_n sont continues, il existe des fonctions continues non accessibles pour les φ_n, mais il n'existe aucune fonction continue non nulle u pour laquelle $\int_a^b u \varphi_n \, dx = 0$ $(n = 1, 2, \ldots)$. Donc, *pour* Π, *les notions* ensemble général *et* ensemble fermé *sont bien différentes*, et c'est pour Π qu'elles ont été introduites par M. Hilbert.

Nous avons pris pour Π l'ensemble particulier des fonctions continues : mais la généralisation à d'autres ensembles contenus dans Ω est immédiate.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sur la viscosité des fluides*. Note de M. **Marcel Brillouin**.

1. Dans les fluides, deux mécanismes entrent en jeu pour le transport d'une propriété quelconque à travers les molécules en mouvement :

1° Le transport de cette propriété par déplacement de la molécule même qui la possède;

2° Le saut brusque de cette propriété du centre d'une molécule au centre d'une autre au moment du choc de ces deux molécules (Jaeger, 1890-1893).

Lorsque les molécules sont très espacées, comme dans les gaz, le second mécanisme qui correspond au parcours instantané d'un diamètre moléculaire est tout à fait négligeable; mais il prend de l'importance dans les liquides sans que toutefois le premier mécanisme y devienne négligeable.

La considération de ce double mécanisme conduit à essayer pour la viscosité η des fluides une formule telle que la suivante :

$$\text{(I)} \qquad \eta = \frac{1}{3} \rho \Omega \left[\alpha (\lambda + 2R) + \beta \frac{2R^2}{\lambda} \right]$$

avec

$$\text{(II)} \qquad \lambda = \frac{\Lambda}{\rho} \frac{T}{T + C} \qquad \text{(faibles densités)}$$

(1) Les relations (1) ne sont pas remplies, mais cela n'a pas d'importance.

ou

$$\text{(III)} \qquad \lambda = 1{,}19.10^{-8} M^{\frac{1}{3}} \rho^{-\frac{1}{3}} - 2R \qquad \text{(fortes densités).}$$

ρ densité du fluide; M masse moléculaire; 2R diamètre d'une molécule; λ chemin moyen du centre d'une molécule. Ω est la vitesse d'agitation moléculaire qu'on suppose liée à la température absolue T par la même relation qu'à l'état gazeux $\left(\Omega = 15800 T^{\frac{1}{2}} M^{-\frac{1}{2}} \text{ C.G.S.}\right)$; A, C les deux constantes de la règle de Sutherland. α, β deux constantes universelles, peu différentes de l'unité, qu'une théorie développée pourrait définir. [On a adopté dans la formule (III) le nombre 4.10^{19} de molécules par centimètre cube de gaz normal.]

2. L'anhydride carbonique a été étudié à l'état gazeux dans une grande étendue de température par Holman, et à l'état fluide près du point critique, dans une grande étendue de densités, par Warburg. Il fournit un bon moyen de contrôle de la formule.

Au moyen des données fournies par l'état gazeux, sous une densité inférieure à 0,002, j'ai calculé par les formule (I), (II) ($\alpha = 1$, $\beta = 2$) les viscosités à l'état fluide pour les densités comprises entre 0,1 et 0,9 à la température de 32°.

ρ_z	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
η_c	0,000180	221	270	330	400	480	567	666	772
η_o (Warburg)......	0,000180	200	230	295	345	440	550	678	850

Les écarts ne dépassent pas $\frac{1}{9}$, et sont surtout sensibles au voisinage immédiat de la densité critique.

On obtient des résultats analogues avec les formules (I), (III), mais seulement pour les densités supérieures à 0,4.

Il faut atteindre les densités 0,8 à 0,9 pour que le second mécanisme prenne une importance comparable au premier.

3. De ces comparaisons on peut conclure que la viscosité des liquides dépend encore pour une proportion notable de la diffusion des molécules, et pour une proportion moindre, quoique comparable, du transport de centre à centre au moment du choc.

Il y aurait grand intérêt à en faire une théorie précise et à adapter la formule (II) aux grandes densités, puisqu'un simple aperçu représente déjà assez bien l'allure de la viscosité dans tout l'état fluide pour permettre de calculer au dixième près la viscosité sous densités 0,1 à 0,9, à l'aide de

données expérimentales tirées *uniquement* d'observations faites sous une densité inférieure à 0,002 [1].

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle propriété des gaz issus des flammes.* Note de M. **Maurice de Broglie**, présentée par M. Mascart.

En continuant des recherches sur les conditions de formation des centres électrisés de faible mobilité dans les gaz, j'ai été amené à reconnaître dans les gaz issus des flammes la présence de centres électriquement neutres qui jouissent des propriétés suivantes :

1° Ils sont susceptibles de se charger sous l'influence des radiations du radium ou des rayons de Röntgen en se transformant en centres chargés de faible mobilité analogues aux gros ions.

2° Le gaz qui contient ces centres acquiert, par barbotage dans des solutions salines étendues, une ionisation très supérieure à celle qu'il reçoit quand il en est privé.

3° Ces centres sont arrêtés par un filtre en coton ordinaire et détruits par la chaleur; ils disparaissent spontanément au bout de quelque temps.

Le dispositif expérimental destiné à les mettre en évidence comporte successivement, sur le trajet des gaz de flamme, un condensateur cylindrique à forte capacité pour arrêter les ions de flamme ordinaires, une ampoule de verre à paroi mince pour l'exposition aux rayonnements ionisants et un long condensateur cylindrique dont l'électrode axiale est réunie au quadrant isolé d'un électromètre Curie.

En excitant le condensateur d'arrêt, on constate qu'aucune conductibilité ne persiste dans le gaz; puis, en faisant agir le radium, on voit apparaître une ionisation assez intense attribuable à des ions dont la mobilité est de l'ordre de $\frac{1}{1000}$ de centimètre par seconde dans un champ de 1 volt par centimètre. Ceci, bien entendu, dans des conditions où des expériences de contrôle faites avec de l'air ordinaire ou des gaz filtrés montrent qu'il n'y a pas d'action directe du radium ou des petits ions qu'il produit.

---

[1] Les indications théoriques et les comparaisons numériques dont cette Note donne un résumé succinct sont développées dans les derniers Chapitres de mon Livre sur la *Viscosité des fluides,* dont la seconde Partie est sous presse.

ÉLECTRICITÉ. — *Sensibilité du téléphone électrostatique.* Note [1] de M. **Henri Abraham**, présentée par M. J. Violle.

La publication récente des Notes de M. Argyropoulos et de M. Marcel Deprez sur le *condensateur parlant* m'engage à soumettre à l'Académie les résultats de quelques mesures que j'ai eu occasion de faire avec un appareil du même genre [2].

Ce récepteur électrostatique a pour organe sensible une feuille de métal battu (or, aluminium, etc.), consolidée s'il y a lieu par une gaze légère, et tendue sur l'ouverture d'un petit pavillon acoustique. Un disque métallique isolé est amené aussi près que possible en face de la feuille métallique et l'on constitue ainsi un condensateur. Le disque métallique fixe peut être protégé par une lamelle diélectrique. Le tout se monte aisément dans un boîtier de téléphone.

L'appareil étant chargé à un voltage statique aussi élevé que possible (un millier de volts), on y envoie les différences de potentiel alternatives étudiées, et l'on écoute les vibrations de la membrane.

Dans ces conditions, pour une fréquence de 500 périodes, on ne commence à percevoir un son que pour un voltage alternatif d'environ trois millièmes de volt [3].

Si l'on voulait employer un tel appareil comme récepteur téléphonique, on pourrait songer à élever le voltage alternatif par un transformateur (et aussi par résonance). Mais, étant donné que le circuit primaire devrait être branché sur la ligne, le rapport d'amplification ne saurait être bien élevé, puisqu'on est limité par la racine carrée du rapport des capacités.

Même avec ces procédés d'amplification, la sensibilité du téléphone électrostatique polarisé reste donc très inférieure à celle du téléphone électromagnétique pour la transmission de la parole par les lignes téléphoniques.

---

(1) Présentée dans la séance du 21 mai 1907.

(2) Ces résultats ont été mentionnés dans une *Notice* imprimée à un petit nombre d'exemplaires en janvier 1907.

(3) Les variations de la pression électrostatique sur la membrane sont alors, précisément, à la limite des variations de pression que l'oreille peut percevoir.

OPTIQUE. — *Mesures de longueurs d'onde dans le spectre du fer pour l'établissement d'un système de repères spectroscopique.* Note [1] de MM. **H. Buisson** et **Ch. Fabry**, présentée par M. H. Deslandres.

Nous avons complété, par des mesures dans l'ultra-violet, la liste des longueurs d'onde que nous avons publiée [2]. La méthode de mesure est toujours la même, sauf les modifications nécessitées par les propriétés des radiations étudiées. Les diverses raies sont séparées par un spectroscope à réseau plan, avec objectifs en quartz. Les interférences sont produites par deux surfaces argentées parallèles, mais les lames sont en quartz et leur distance n'est que de $2^{mm},5$.

L'argent déposé par réaction chimique présente un pouvoir réflecteur très faible pour les longueurs d'onde comprises entre 3300 et 2800 ; l'argent déposé par projection cathodique ne présente pas toujours cette particularité. Au delà de 3300 nous avons employé soit des surfaces argentées par projection cathodique, soit des surfaces nickelées par le même procédé.

La source de lumière est l'arc entre tiges de fer de 3^{mm} de diamètre. Le courant a une intensité comprise entre 3 et 6 ampères. Il est fourni par une distribution à 110 ou à 220 volts; dans chaque cas, une résistance convenable est intercalée dans le circuit. La stabilité est parfaite, l'emploi d'un régulateur est absolument inutile, car l'usure des tiges de fer est extrêmement lente,

Dans la région des petites longueurs d'onde, les spectres des parties positive et négative de l'arc sont notablement différentes ; les raies mesurées appartiennent à la partie positive.

Dans certaines régions, où le spectre du fer présente des lacunes, nous avons mesuré d'autres raies : vers 5800, quatre raies du nickel (arc entre tiges de nickel); vers 4800, deux raies du manganèse (qui se trouvent dans le spectre de l'arc entre tiges de fer ordinaire); vers 2500, trois raies du silicium (arc entre charbons ordinaires, le positif à mèche).

Nous donnons ci-après la liste des longueurs d'onde que nous avons mesurées. Ces nombres sont rapportés à la valeur de la raie rouge du cadmium (6438,4696) déterminée récemment par MM. Benoît, Fabry et Perot. Les nombres antérieurement publiés diffèrent très légèrement de

---

[1] Présentée dans la séance du 21 mai 1907.

[2] *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 165.

ceux-ci : ils étaient rapportés à la valeur, donnée par MM. Michelson et Benoit (6438,4722). On a, de plus, corrigé une petite erreur provenant d'une faute de signe sur une correction. La longueur d'onde 4754,046, qui avait été donnée avec une grosse erreur matérielle, a été rectifiée.

2373,737	3556,879	4647,437	5535,418
2413,310	3606,681	4678,855	5569,632
Si 2435,159	3640,391	4707,287	5586,770
Si 2506,904	3677,628	4736,785	5615,658
Si 2528,516	3724,379	Mn 4754,046	5658,835
2562,541	3753,615	4789,657	5709,396
2588,016	3805,346	Mn 4823,521	Ni 5760,843
2628,296	3843,261	4859,756	5763,013
2679,065	3865,526	4878,226	Ni 5805,211
2714,419	3906,481	4903,324	Ni 5857,760
2739,550	3935,818	4919,006	Ni 5892,882
2778,225	3977,745	4966,104	5934,683
2813,290	4021,872	5001,880	5952,739
2851,800	4076,641	5012,072	6003,039
2874,176	4118,552	5049,827	6027,059
2912,157	4134,685	5083,343	6065,493
2941,347	4147,677	5110,415	6137,700
2987,293	4191,441	5127,364	6191,569
3030,152	4233,615	5167,492	6230,732
3075,725	4282,407	5192,362	6265,147
3125,661	4315,089	5232,958	6318,029
3175,447	4352,741	5266,568	6335,343
3225,790	4375,935	5302,316	6393,612
3271,003	4427,314	5324,196	6430,859
3323,739	4466,554	5371,498	6494,994
3370,789	4494,572	5405,780	
3399,337	4531,155	5434,530	
3445,155	4547,854	5455,616	
3485,344	4592,658	5497,521	
3513,820	4602,944	5506,783	

Ces valeurs se rapportent à l'air sec à 15° et 76^{cm}.

Rowland n'a mesuré qu'un petit nombre de raies de l'arc au fer et ces mesures sont sujettes à caution. Dans le spectre solaire, il a mesuré toutes les raies du fer; il est probable que ces raies, produites dans des conditions différentes, n'occupent pas rigoureusement, dans le spectre, la même place que celles de l'arc; ces différences sont certainement très faibles et il n'y a aucune raison pour qu'elles suivent une marche systématique en fonction

de la longueur d'onde. La comparaison des nombres de Rowland avec les nôtres confirme le résultat annoncé par Fabry et Perot ([1]) à la suite de mesures, dans le spectre visible, sur des raies solaires : les nombres de Rowland présentent entre eux des erreurs, réparties systématiquement dans le spectre et atteignant, en valeur relative, le cent millième. Il est donc à désirer qu'à l'avenir les mesures précises de longueurs d'onde soient faites par interpolation en partant de nombres corrects. Pour cet usage, l'arc produit entre tiges de fer s'impose par son extrême commodité.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sulfites doubles d'acide hypovanadique.* Note de M. **Gustave Gain**, présentée par M. Alfred Ditte.

Les bases alcalines jouissent de la propriété de se combiner assez facilement avec l'acide hypovanadique en présence de l'acide sulfureux pour donner des sulfites doubles bien définis.

Le mode de préparation de ces sulfites est le même pour les différents métaux du groupe alcalin.

Pour les obtenir, il suffit de partir de la dissolution bleue, obtenue en traitant le métavanadate d'ammoniaque par une dissolution saturée d'acide sulfureux. J'ai dans une Note précédente ([2]) étudié et indiqué la composition de cette liqueur. On la mélange avec une dissolution du bisulfite alcalin et on la met à évaporer lentement sur feu doux ou dans le vide.

Potassium. — Avec le bisulfite de potasse, la formation du sulfite double est facile et rapide. La liqueur ne tarde pas à se troubler en perdant du gaz sulfureux, et, avant même d'atteindre l'ébullition, elle dépose, sur les parois et sur le fond du ballon, de petits cristaux *bleus,* dont le nombre croît rapidement à mesure que l'évaporation s'accentue.

Par refroidissement et après 24 heures de repos il se dépose, au-dessus des premiers cristaux, une deuxième couche de cristaux beaucoup plus gros, mais ayant exactement la même couleur. Les uns et les autres ont été recueillis séparément. Ils ont d'ailleurs, comme le montre l'analyse, exactement la même composition et ils sont constitués par une combinaison répondant à la formule

$$3(SO^2 V^2 O^4), (SO^2 K^2 O), 5 H^2 O.$$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XXV, 1902, p. 98.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 823.

L'analyse a en effet donné :

	Trouvé.		
	Petits cristaux.	Gros cristaux.	Calculé.
V^2O^4	52,90	53,00	53,09
SO^2	27,10	27,00	27,29
K^2O	10,09	10,66	10,03
H^2O	9,90	9,06	9,59
	99,99	99,72	100,00

Ammonium. — La formation du sulfite double d'ammoniaque est un peu plus difficile que celle de potassium; en chauffant le mélange, de l'anhydride sulfureux s'échappe, et la liqueur devient très foncée, presque noire.

Après un certain temps, il se forme dans le fond du ballon un dépôt verdâtre au milieu duquel se voient de très beaux cristaux *noirs*, allongés et brillants, qu'il faut séparer du dépôt verdâtre. On y arrive assez facilement par un premier lavage rapide à l'eau distillée, qui dissout en grande partie le dépôt vert sans dissoudre les cristaux; on finit ensuite la séparation par un deuxième lavage à l'alcool.

Ces cristaux ont une composition répondant à la formule

$$3(SO^2V^2O^4), SO^2(AzH^4)^2O, 4H^2O.$$

Rubidium. — Par ébullition, la formation du sulfite double est difficile, mais au contraire par évaporation dans le vide elle se réalise très bien.

Au bout de quelques jours, le fond du cristallisoir est tapissé de fines aiguilles fragiles, disposées par rayonnement autour d'un point central, ou formant de petites houppes. Le liquide qui les surmonte est décanté et elles sont mises à sécher sur de la porcelaine dégourdie. Quand elles sont sèches, elles se présentent sous l'aspect d'une poudre cristalline *gris clair* dont la composition est représentée par

$$(SO^2V^2O^4), 2(SO^2Rb^2O), 2H^2O.$$

Cæsium. — Le sulfite double de cæsium et d'acide hypovanadique se prépare exactement de la même façon que celui de rubidium et les cristaux se présentent sous le même aspect et avec la même couleur *grise;* ils ont pour composition

$$(SO^2V^2O^4), 3(SO^2Cs^2O), 8H^2O.$$

Thallium. — Le sulfite double correspondant est un de ceux qui s'obtiennent le plus facilement. Il suffit de chauffer à peine le mélange pour qu'aussitôt apparaissent de petits cristaux qui se déposent dans le fond du ballon. L'ébullition est tumultueuse et excessivement violente; elle produit des soubresauts considérables, et il faut prendre des précautions spéciales pour éviter la rupture du ballon et la projection de liqueur bouillante. Les cristaux sont *bleu vert*, très brillants, à reflets mordorés.

L'analyse nous a permis de leur attribuer la composition

$$3(SO^2V^2O^4), (SO^2Tl^2O), 8H^2O.$$

Sodium. — L'évaporation dans le vide du mélange des deux sulfites ne donne rien; c'est à l'ébullition qu'il faut avoir recours pour obtenir un résultat; l'opération est longue. Cependant au bout d'un certain temps apparaissent, perdus dans un précipité verdâtre, quelques cristaux noirs. En ajoutant une nouvelle quantité de liquide bleu, tout se redissout. Par évaporation très lente et après refroidissement, on trouve encore au milieu d'un dépôt verdâtre un grand nombre de très beaux cristaux *noirs,* qu'on peut séparer du dépôt vert, comme on l'a fait précédemment pour l'ammoniaque.

On peut représenter ces cristaux par la formule

$$5(SO^2, V^2O^4), (SO^2Na^2O), 2H^2O.$$

Lithium. — Avec ce métal l'ébullition même prolongée ne donne rien; dans le vide, au contraire, au bout de 5 ou 6 jours, la liqueur dépose une croûte microcristalline *bleu clair,* qui doit être recueillie avant évaporation complète de la liqueur; car si on la pousse trop loin on ne tarde pas à voir apparaître, de place en place, des champignons blancs, qui rapidement envahissent presque complètement le cristallisoir, et qui ne sont autres qu'un mélange de lithine et de sulfite de lithine impur.

En revanche les cristaux microcristallins ont la composition bien définie :

$$(SO^2V^2O^4), 5(SO^2Li^2O), 8H^2O.$$

CHIMIE. — *Sur le séléniure de plomb.* Note de M. H. **Pélabon**, présentée par M. D. Gernez.

Le plomb se combine directement avec le sélénium et le composé obtenu peut former avec un excès du métal ou un excès du métalloïde des mélanges homogènes. Nous nous sommes proposé d'étudier la fusibilité de ces mélanges.

Les résultats trouvés permettent de construire la courbe de fusibilité; il suffit pour cela de porter en abscisses les valeurs R du rapport de la masse de sélénium à la masse totale du mélange (R est exprimé en centièmes) et en ordonnées les valeurs correspondantes de la température de solidification commençante du mélange préalablement amené à l'état liquide.

Une faible quantité de sélénium, ajoutée au plomb, élève sensiblement la température de la solidification commençante. Ainsi, tandis que le plomb pur se solidifie vers 325°, le mélange de ce métal et de 2 pour 100 de sélénium se solidifie à 745°, le mélange de 4,5 pour 100 de sélénium commence à se solidifier à 830°. Quant à la température de la solidification finissante, elle est, avec ces mélanges, toujours égale à 325°. La courbe de fusibilité s'élève donc très rapidement à partir du point de fusion du plomb pur.

Si R dépasse la valeur 5 et continue à croître, la température de solidification des

mélanges correspondants croît elle-même régulièrement jusqu'à atteindre la valeur maxima 1065° pour R voisin de 27. Cette température représente le point de fusion du séléniure de plomb PbSe; en effet, pour ce composé, $R = 27,62$.

Quand la teneur en sélénium varie depuis 0 jusqu'à 27 pour 100, le liquide qui provient de la fusion des deux corps, est un mélange homogène de séléniure de plomb et de plomb métallique.

Les mélanges qui renferment plus de 1^at de sélénium pour 1^at de plomb perdent facilement du sélénium quand on les chauffe; il faut, dans ce cas, déterminer par l'analyse la composition du mélange après avoir étudié sa vitesse de refroidissement. La température de la solidification commençante baisse rapidement, en même temps que la teneur en sélénium augmente, puis elle conserve une valeur constante 673° pour toutes les valeurs du rapport R supérieures à 45. La courbe de fusibilité se rapproche assez rapidement de l'axe des abscisses pour venir se raccorder, à partir du point dont les coordonnées sont $R = 45$, $T = 673°$, avec une droite parallèle à l'axe des abscisses. Pour tous les mélanges dans lesquels la teneur en sélénium est comprise entre 27 pour 100 et 45 pour 100, la température de la solidification finissante est voisine de 673°.

Quand la proportion de sélénium dépasse 45 pour 100, le liquide se sépare en deux couches superposées. Le liquide le plus dense, qui se solidifie à 673°, donne naissance à un solide gris noir à cassure lamelleuse, celui qui le recouvre est du sélénium pur dont le point de solidification est bien inférieur; entre 300° et 600° on peut donc séparer facilement les deux corps par décantation. Dans le sélénium ainsi séparé nous n'avons trouvé aucune trace de plomb.

Si l'on remarque que la valeur du rapport R relative au mélange de 1^at de plomb et de 2^at de sélénium est 43,35, nombre voisin de 45, on est en droit de se demander si le liquide qui se solidifie toujours à 673° n'est pas le composé $PbSe^2$, stable seulement en présence d'un excès de sélénium liquide.

L'analyse montre que la composition de ce liquide n'est pas exactement celle qui correspond à la formule $PbSe^2$; en réalité il y a toujours un léger excès de sélénium. Deux échantillons choisis au centre de la masse solidifiée nous ont donné les nombres suivants pour la teneur en sélénium : 46,01 pour 100 et 46,33 pour 100, soit en moyenne 46,17 au lieu de 43,35 qui correspondrait au composé $PbSe^2$.

Il semble plutôt que le liquide dont il s'agit soit une solution saturante de sélénium dans le protoséléniure PbSe; en effet, quand on le laisse se solidifier dans le vide, du sélénium en vapeur s'échappe vivement de la masse, il se produit un bouillonnement avec projection de matière sur les parois du tube.

Si la solidification s'effectue en présence d'un gaz inerte sous la pression atmosphérique on obtient un solide gris noir qui, examiné au microscope,

ne paraît pas homogène, il renferme du sélénium libre. Chauffé, ce corps perd déjà du sélénium avant de fondre, il cesse de se décomposer quand il constitue le composé PbSe. Le même corps, finement pulvérisé et traité par une solution concentrée et chaude de cyanure de potassium, cède tout le sélénium libre qui forme du séléniocyanure; le résidu a pour composition PbSe.

D'après cela, quand la teneur en sélénium est comprise entre 27 pour 100 et 46 pour 100, le liquide qui provient de la fusion des deux corps est un mélange de protoséléniure de plomb et de sélénium. Par refroidissement le séléniure se dépose d'abord, puis, quand le liquide restant forme une solution saturante de sélénium dans le protoséléniure, il se solidifie à la température constante 673° en se séparant du sélénium en excès.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers méthyliques des allyl et propargylcarbinols*. Note de M. Lespieau, présentée par M. Haller.

M. Wagner a réussi à préparer l'allylcarbinol en faisant un mélange d'iodure d'allyle et de trioxyméthylène, abandonnant ce mélange trois mois à lui-même, puis le soumettant à l'action du zinc. Mais, outre que ce procédé est long à mettre en pratique, il ne fournit que de faibles rendements; j'ai cherché à voir s'il ne serait pas plus avantageux, pour arriver audit alcool, d'utiliser le dérivé magnésien du bromure d'allyle.

M. Grignard a depuis longtemps signalé que ce dérivé n'est point de même nature que ceux obtenus en partant d'un bromure organique saturé; sa formule est autre, $C^6H^{10}Br^2Mg$ au lieu de $C^3H^5.MgBr$, et sa constitution paraît assez complexe. Néanmoins j'ai pu, grâce à lui, obtenir les éthers méthyliques de l'allylcarbinol, des bromo 1 ou 2, buténols 4 et du butine 1-ol 4.

Dans un ballon, contenant 12^g de magnésium baignés d'éther sec, on fait tomber 6^g de bromure d'allyle; la réaction s'amorce, puis elle se ralentit au bout de quelque temps; on ajoute alors 4^g d'éther chlorométhylique, puis aussitôt après 6^g de bromure d'allyle, et l'on continue comme au début, en s'arrêtant quand on a introduit ainsi 60^g du composé bromé et 40^g du composé chloré.

Si, dans le cours de l'opération, on observe un ralentissement par trop considérable, il faut brasser énergiquement la masse pâteuse, contenue dans le ballon, à l'aide d'un agitateur convenablement disposé. Dans ces conditions, les 12^g de magnésium disparaissent complètement. On ajoute alors de l'eau et l'on distille d'abord au bain-marie, puis ensuite à feu nu.

Ce qui passe au bain-marie est un mélange d'éther ordinaire, de biallyle et du corps $CH^2=CH-CH^2-CH^2OCH^3$ (environ 4g,5 de biallyle et 14g d'éther non saturé); il est à peu près impossible d'arriver à séparer complètement le biallyle de l'éther éthylénique par distillation fractionnée; celle-ci fournit bien un liquide passant de 66° à 69°, mais c'est encore un mélange; aussi est-il préférable, en vue d'obtenir des composés bien définis, d'utiliser les produits d'addition bromés. A cet effet, on ajoute du brome au liquide qui a passé quand on a chauffé au bain-marie, jusqu'à coloration rouge persistante; en distillant à nouveau, on sépare facilement l'éther

$$CH^2Br-CHBr-CH^2-CH^2OCH^3,$$

qui passe à 90° sous 13^{mm}, du tétrabromure de biallyle qui passe à 180° sous la même pression. (On sait qu'on connaît deux tétrabromures de biallyle, celui obtenu ici est celui qui fond à 60°.)

L'éther $CH^2Br-CHBr-CH^2-CH^2OCH^3$ bout à 90°-91° sous 13^{mm}, 101°-102° sous 25^{mm} et 209°-211° avec décomposition sous 760^{mm}. Sa densité à 0° égale 1,811. Sous l'action de l'acide bromhydrique il fournit le dibromobutanol qui lui correspond et qui bout à 130° sous 16^{mm}; traité par la poudre de zinc et l'alcool il perd ses deux atomes de brome; en réagissant sur l'éthylate de sodium il conduit aux deux éthers bromés non saturés qui suivent :

L'éther $CH^2=CBr-CH^2-CH^2OCH^3$ bout à 142°-143° sous 760^{mm}, sa densité à 0° égale 1,356.

L'éther $CHBr=CH-CH^2-CH^2OCH^3$ bout à 149°-151° sous 760^{mm}, sa densité à 0° égale 1,358.

Ces deux corps prennent naissance en quantité à peu près égale; ils sont assez sujets à absorber de la vapeur d'eau et à perdre un peu d'acide bromhydrique, le second surtout. Ces deux éthers, traités par la potasse ordinaire ou mieux par la potasse alcoolique, fournissent tous deux le composé acétylénique vrai qui suit.

L'éther $CH\equiv C-CH^2-CH^2OCH^3$, régénéré du précipité jaune qu'il donne avec le chlorure cuivreux ammoniacal, bout à 86°-87° sous 760^{mm}. Sa densité à 0° égale 0,8579.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau principe cristallisé de la Kola fraîche.* Note de M. **Goris**, présentée par M. Guignard.

Jusqu'ici, on n'a jamais pu isoler des noix de Kola fraîches ou sèches que deux composés chimiques bien définis, la caféine et une petite quantité de théobromine, appartenant tous deux à la série des bases xanthiques.

Par un procédé spécial, il est cependant possible d'extraire des noix de Kola fraîches un principe cristallisé, que ses réactions font placer près du groupe des tanins et auquel nous donnons le nom de *kolatine*. On l'obtient de la manière suivante :

Les noix de Kola fraîches sont divisées, puis jetées au fur et à mesure de leur sectionnement dans de l'alcool à 95° bouillant, et l'on maintient l'ébullition une demi-heure après la dernière addition. Le liquide alcoolique est recueilli et les noix de Kola, dans lesquelles les ferments ont été détruits, sont pulvérisées et épuisées à deux reprises, par une nouvelle quantité d'alcool.

Les solutions alcooliques filtrées, distillées dans le vide, jusqu'à consistance sirupeuse, sans addition de carbonate de chaux (les rendements étant meilleurs en gardant l'acidité naturelle des liqueurs alcooliques), fournissent une colature, qu'on introduit alors dans une ampoule à décantation avec du chloroforme. Ce solvant dissout la caféine à l'état libre et une substance résineuse qui nuit à la cristallisation du corps que l'on veut obtenir. On décante et l'on continue les épuisements jusqu'à ce que le chloroforme ne se colore plus en jaune, ce qui demande trois ou quatre opérations. Finalement on laisse un excès de chloroforme en contact avec la colature et l'on abandonne le tout au frais. Au bout d'un nombre de jours variable, des cristaux apparaissent dans le liquide sirupeux, qui, très rapidement alors, se prend en une masse blanchâtre cristalline. On filtre à la trompe et on lave avec de l'eau légèrement alcoolisée. Le gâteau de cristaux blancs, après dessiccation dans le vide sulfurique, est pulvérisé, épuisé à plusieurs reprises par le chloroforme bouillant, qui enlève très peu de caféine. On le redissout ensuite au bain-marie dans de l'alcool à 30° et l'on abandonne à la cristallisation, sous la cloche sulfurique. Ce corps blanc, cristallisé, est très probablement *une combinaison faible de caféine et de kolatine*. Pour en extraire la kolatine on le dissout, à chaud, dans une petite quantité d'eau et l'on épuise ensuite en *milieu aqueux* par du chloroforme, jusqu'à ce que ce dernier n'enlève plus trace de caféine. La solution aqueuse, placée dans le vide sulfurique, ne tarde pas à donner des cristaux de kolatine.

Dans la première partie de la préparation, le traitement par l'alcool a pour but, en tuant les ferments, d'obtenir un produit dans lequel il ne se forme plus de réactions secondaires; mais l'emploi des noix fraîches, qui contiennent jusqu'à 60 pour 100 d'eau, offre l'inconvénient d'amener une trop grande dilution des solutions alcooliques, ce qui rend le traitement ultérieur plus délicat. En outre, il est difficile d'avoir constamment, et en bon état, à sa disposition, des noix fraîches, en vue d'essais à effectuer ou d'expériences à contrôler. Pour obvier à cet inconvénient, nous préparons *des noix de Kola stérilisées*, par chauffage de 10 minutes à 105° à l'autoclave. Les noix séchées, puis pulvérisées après ce traitement, constituent une matière première de composition identique à celle des noix fraîches, dans laquelle les ferments sont détruits et les principes actifs peu ou pas altérés.

Pour en extraire la kolatine, il suffit d'épuiser, par de l'alcool à 80° à chaud, ou mieux encore, à froid par lixiviation, de distiller dans le vide le liquide alcoolique jusqu'à consistance sirupeuse, et de terminer comme précédemment.

La kolatine est un composé phénolique de formule $C^8H^{10}O^4$; elle cristallise en aiguilles prismatiques. Dans de certaines conditions, sur lesquelles nous reviendrons, elle s'oxyde en donnant une poudre rouge insoluble (rouge de Kola). Ajoutons que cette substance phénolique dissout la caféine à la façon du benzoate et du salicylate de soude, mais dans de moins grandes proportions.

Les noix de Kola sèches, entières ou pulvérisées, et les extraits pharmaceutiques actuellement employés en thérapeutique ne renferment plus la kolatine, qui disparaît pendant la dessiccation de la graine.

La poudre de noix de Kola stérilisée donne 15^g par kilogramme de la combinaison kolatine-caféine; or, la noix de Kola renferme de 50 à 60 pour 100 d'eau, c'est donc un rendement moyen de 6^g à $7^g,5$ pour 100, en composé caféinique, d'où l'on peut retirer environ la moitié de kolatine.

Les noix fraîches ou stérilisées, de même que la combinaison kolatine-caféine, ne cèdent au chloroforme que des traces de caféine, tandis que la présence de l'eau (dont l'action se fait sentir aussi bien sur la noix fraîche que sur le composé isolé) amène une dissociation, qui a pour résultat de mettre en liberté la caféine, qui entre alors en dissolution dans le chloroforme.

Dans l'état actuel de nos recherches, il ne nous est pas encore possible de dire si le composé caféinique en question existe sous cette forme dans la noix de Kola fraîche.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présure du figuier* (Ficus carica). Note de M. A. Briot, présentée par M. E. Roux.

La propriété du suc de figuier de coaguler le lait est connue depuis fort longtemps. Mais la première étude complète de ce labferment a été publiée récemment par MM. Chodat et Rouge [1]. Des conclusions de ces auteurs,

---

[1] R. Chodat et E. Rouge, *La sycochymase ou labferment du* Ficus carica (*Centralblatt für Bakter.*, II. Abt., Band XVI, p. 1 à 9).

nous retiendrons surtout le fait que ce ferment agit mieux sur le lait bouilli que sur le lait cru, ce qui le distingue nettement de la présure animale.

J'ai cherché à approfondir ce fait et suis arrivé aux conclusions suivantes : *La coagulation du lait frais par le suc de figuier est retardée ou empêchée par l'existence dans ce lait d'une antiprésure. La chaleur détruisant cet antiferment, le lait bouilli se trouve de ce fait plus facilement coagulable que le lait frais.*

J'ai déduit ces conclusions de deux séries d'observations que j'ai faites :

1° On chauffe des échantillons de lait de vache à diverses températures et pendant des temps variables, et l'on essaye la coagulation de ces échantillons par le suc de figuier, comparativement avec celle du lait frais et du lait bouilli. On constate que du lait chauffé 4 heures à 62°-65° se coagule encore dans les mêmes conditions que du lait frais. Le lait chauffé 15 minutes à 70° est déjà aussi sensible au suc de Figuier que e lait bouilli.

A des températures supérieures à 70°, il faut un temps beaucoup moindre pour amener le lait à la même sensibilité que le lait bouilli. Ainsi, 70° est la température critique pour le lait vis-à-vis du suc de figuier. Or, à cette température, le lait n'a pas encore subi l'altération qui le rend moins sensible à la présure ordinaire. Il faut atteindre 80° pour que la caséine subisse cette modification, qui est accompagnée du phénomène de production de pellicules à la surface du liquide.

Pour mettre en évidence ces phénomènes, j'ai opéré les essais de coagulation à des températures voisines de 53° avec un suc de figuier obtenu par macération de rameaux découpés en rondelles dans de l'eau fortement salée. J'obtenais un suc d'une activité assez grande. 1^{cm^3} coagulait 10^{cm^3} de lait en 5 minutes. Je me suis astreint à faire les coagulations dans des temps plus longs que MM. Chodat et Rouge.

2° On sait que le sérum normal du cheval renferme un antiferment empêchant l'action de la présure animale. Ce même sérum empêche également la coagulation du lait bouilli par le suc de figuier. Cette action du sérum est supprimée par chauffage préalable à 62°.

Du sérum qui m'a servi dans les expériences il fallait environ $0^{cm^3},4$ pour annihiler 1^{cm^3} de la solution du suc de figuier qui coagulait 10^{cm^3} de lait bouilli en 5 minutes. Cette même dose de sérum annihilait une quantité de présure animale susceptible de coaguler 10^{cm^3} de lait en 4 minutes. Les pouvoir antiprésurant sur le ferment animal et sur le ferment végétal sont de même ordre de grandeur.

Si l'on se rappelle les expériences de Morgenroth sur le passage de l'antiprésure dans le lait de chèvre, celles de Ernst Moro qui mettent en évidence l'antilab dans le lait de femme, nous sommes en droit de dire que dans le lait se trouve également l'antiferment du suc de figuier.

Au jour de cette interprétation, s'expliquent très bien un certain nombre de particularités qu'ont signalées Chodat et Rouge qu'à partir de

70° les deux laits cru et stérilisé, sont coagulés dans les mêmes temps, et que par le chauffage le ferment reste plus longtemps actif vis-à-vis du lait bouilli que du lait cru, sans qu'il soit besoin de faire intervenir l'hypothèse de deux labferments différents dans le suc du figuier. De même, lorsque les masses de ferment mises en contact avec les laits cru ou bouilli sont suffisamment fortes, les coagulations se produisent presque en même temps, parce que la faible dose de ferment annihilée par l'antilab du lait est insignifiante vis-à-vis de la masse totale.

MÉCANIQUE AGRICOLE. — *Mesure du travail mécanique fourni par les bœufs de race d'Aubrac*. Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. Müntz.

Dans une Note antérieure (¹) nous avons exposé une méthode permettant de classer rapidement, au point de vue de la puissance, des moteurs animés comparables entre eux comme espèce, race, âge et harnachement, et nous avons donné les principaux résultats constatés à nos essais de Limoges (30 septembre 1905), sur 29 paires de bœufs de travail de la race limousine.

Un concours analogue, organisé à Rodez le 17 mai 1907, par la Société centrale d'Agriculture de l'Aveyron, portait sur des bœufs de travail de la race pure d'Aubrac; nous fûmes chargés des expériences qui ont été effectuées avec le matériel et les aides de la Station d'Essais de Machines.

Comme le travail mécanique fourni pratiquement par un animal, ou par une paire d'animaux, est dans un rapport constant avec l'*effort maximum* F que l'attelage est capable de fournir pendant un temps très court, sans déplacement appréciable, et la *vitesse maximum* V qu'il peut prendre sur un parcours horizontal d'une cinquantaine de mètres, sans avoir besoin de fournir un effort de traction, le classement peut s'effectuer sur le produit F. V, d'une façon indépendante des coefficients à appliquer. En pratique, d'après nos essais antérieurs, pour les bœufs, l'*effort moyen* qu'ils peuvent donner en travail courant est le quart de l'effort maximum, et la *vitesse moyenne* est le tiers de la vitesse maximum qu'ils peuvent prendre dans les conditions ci-dessus.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 628.

Nos essais de Rodez ont porté sur 26 paires de bœufs, et nous donnons, dans le Tableau suivant, quelques exemples des résultats constatés :

Age approximatif.		Taille au garrot.		Poids de la paire de bœufs avec le joug (kilog.).	Effort maximum développé (en kilog.).	Vitesse maximum (sans effort de traction) (mètres par seconde).
Bœuf de gauche.	Bœuf de droite.	Bœuf de gauche.	Bœuf de droite.			
ans	ans	m	m	kg	kg	m
3 ½	3	1,32	1,36	1120	790	1,960
4	4	1,42	1,43	1275	690	2,240
4	4	1,44	1,42	1210	856	1,785
8	8	1,49	1,43	1570	1020	1,801
7	7	1,49	1,50	1600	1060	1,680
6	5	1,51	1,45	1450	960	1,834
7	7	1,43	1,42	1355	980	1,752
7	7	1,44	1,48	1525	1064	1,612
5	5	1,42	1,43	1440	900	1,768
6 ½	6 ½	1,43	1,44	1348	900	1,738

Les chiffres pratiques à tirer de ces expériences sont résumés ci-dessous (ils sont applicables pour un temps utile de travail de 45 minutes par heure) :

	Bœufs	
	n'ayant pas toutes leurs dents de remplacement.	ayant toutes leurs dents de remplacement.
Effort moyen développé, en kilog.........	154^{kg} à 227^{kg}	162^{kg} à 266^{kg}
Vitesse moyenne, en mètre par seconde...	$0^m,50$-$0^m,74$	$0^m,45$-$0^m,64$

Les animaux de la première catégorie (n'ayant pas encore toutes leurs dents de remplacement) étaient relativement plus puissants que ceux de la seconde; une paire de jeunes bœufs (3 ans et 3 ans et demi), pesant 1120^{kg}, était capable de fournir, en travail normal, un effort moyen de 197^{kg} à une vitesse moyenne de $0^m,65$ par seconde, soit une puissance mécanique utilisable de 128^{kgm} par seconde, ou presque 1 et $\frac{3}{4}$ de cheval-vapeur.

La plus forte paire de bœufs (8 ans), pesant 1570^{kg}, était capable de fournir, en travail normal, un effort moyen de 255^{kg} à une vitesse moyenne de $0^m,60$ par seconde, soit une puissance mécanique utilisable de 153^{kgm} par seconde, c'est-à-dire un peu plus de 2 chevaux-vapeur.

Si l'on tient compte que les animaux présentés au concours de Rodez venaient de passer très difficilement l'hiver par suite de la pénurie des

fourrages, et qu'ils étaient fatigués par les travaux de printemps, on voit que les bœufs de la race d'Aubrac sont de très bons animaux de travail.

ZOOLOGIE. — *Sur la gibbosité frontale chez les Poissons du genre* Ptychochromis. Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

On voit parfois certains spécimens de Poissons munis d'une bosse plus ou moins volumineuse qui commence, en général, au niveau des yeux et peut se prolonger sur la nuque, jusqu'au premier rayon de la dorsale. Cette tumeur recouverte par des écailles est de consistance molle; sa forme et ses dimensions sont des plus variables, mais sa présence donne toujours à la physionomie de l'individu qui en est porteur un aspect bizarre, qui ne manque pas de frapper l'observateur.

C'est principalement chez les Acanthoptérygiens pharyngognathes, surtout dans la famille des Labridés et celle des Cichlidés, que l'on rencontre des Poissons à protubérance frontale, mais cette particularité n'est pas spéciale à ce groupe; on la retrouve aussi chez d'autres Acanthoptérygiens.

Chez les Cichlidés, la gibbosité frontale s'observe principalement dans les genres africains *Lamprologus, Steatocranus, Paratilapia* et surtout dans le genre américain *Geophagus*. Toutefois, elle est très inégalement répartie suivant les espèces; c'est ainsi qu'elle ne paraît pas se rencontrer chez le *Geophagus surinamensis* Bloch (1), tandis qu'au contraire elle est extrêmement fréquente, habituelle même pourrait-on dire, chez le *G. brasiliensis* Quoy et Gaimard, où Agassiz (2) et Steindachner (3) la considèrent comme un des attributs des adultes mâles.

Grâce surtout aux riches matériaux fournis récemment au Muséum de Paris par M. Geay et par l'Exposition coloniale de Marseille, j'ai pu examiner la gibbosité frontale sur un lot assez considérable de Cichlidés de Madagascar du genre *Ptychochromis*. Ce genre, voisin des *Tilapia* africains, est spécial aux eaux douces de la grande île. L'espèce typique est le *Ptycho-*

(1) J. Pellegrin, *Mém. Soc. Zool. Fr.*, t. XVI, 1903, p. 122.
(2) Louis Agassiz, *Voyage au Brésil*, 1869, p. 224.
(3) Steindachner, *Sitz. Akad. Wiss. Wien*, t. LXX, 1874, p. 511.

chromis oligacanthus Bleeker, fondé sur des formes jeunes. On peut y ramener le *P. Grandidieri* Sauvage et le *P. madagascariensis* Sauvage, qui représentent des adultes. Le *Ptychochromis betsileanus* Boulenger paraît devoir constituer une seconde espèce distincte s'écartant légèrement par les formules des nageoires [1].

Voici les constatations concernant la gibbosité frontale que j'ai pu faire sur une soixantaine d'individus de toutes tailles appartenant à ces deux espèces, où cette particularité n'avait pas encore été étudiée.

Chez le *Ptychochromis oligacanthus* Bleeker, les jeunes observés à partir d'une longueur de 45^{mm} ont le profil oblique, fuyant, non relevé, sans jamais aucune trace de gibbosité en avant des yeux. L'aspect reste le même chez les femelles de toutes dimensions. Une femelle adulte de 212^{mm}, à ovaires mûrs, gonflés d'ovules, a encore le profil complètement fuyant.

Parfois mais rarement, vers 150^{mm}, chez certains spécimens, la crête osseuse occipitale, très saillante, bombe le profil assez nettement, tandis qu'apparaît une très faible gibbosité, qui va en s'accentuant légèrement chez les sujets plus âgés, mais sans jamais atteindre des proportions volumineuses sur les individus observés. L'état de conservation ne permet pas l'examen des organes génitaux, mais l'aspect extérieur indique des mâles (nageoires molles impaires prolongées, corps élevé, etc.).

Chez le *Ptychochromis betsileanus* Boulenger, à 120^{mm}, la gibbosité n'existe pas encore, le profil est simplement bombé. Elle commence à apparaître vers 140^{mm}; elle est déjà extrêmement marquée sur des sujets de 170^{mm}; elle s'accroît ensuite à peu près régulièrement avec les dimensions des spécimens examinés et, chez les vieux individus de 250^{mm} et 270^{mm} de longueur, elle atteint des proportions considérables. Elle débute alors au niveau du bord antérieur de l'œil, s'élève verticalement à une hauteur de 20^{mm} environ, se recourbe en arrière et se termine au premier rayon épineux de la dorsale.

La gibbosité est formée de tissu conjonctif surchargé de graisse; elle surmonte la crête occipitale assez forte, et la déborde largement à droite et à gauche.

L'examen des glandes génitales de ces vieux spécimens à gibbosité frontale très accusée a *toujours* montré des mâles à testicules réduits, non arrivés à l'état de maturité.

Les faits précédents s'accordent avec ceux observés déjà chez les *Geophagus* américains.

Ils montrent que dans le genre *Ptychochromis* la gibbosité frontale, peu

---

(1) Les nombres de la série examinée par moi sont les suivants :
Ptychochromis oligacanthus. Dorsale : XIII-XIV 11-12; *Anale :* III 8-9.
Ptychochromis betsileanus. Dorsale : XIII-XIV 12-14; *Anale :* III 10-12.

prononcée chez le *P. oligacanthus* Bleeker, atteint, au contraire, de grandes dimensions chez le *P. betsileanus* Boulenger.

Cette protubérance n'existe jamais chez les jeunes et paraît spéciale au sexe mâle. Elle est toujours relativement beaucoup plus volumineuse chez les vieux individus. Elle présente sans doute son maximum de développement en dehors de la période de maturité sexuelle, ce qui confirmerait la manière de voir d'Agassiz, d'après laquelle elle serait plus ou moins transitoire et précéderait la période du frai, fournissant les matériaux de réserve nécessaire à l'accroissement des glandes génitales.

ZOOLOGIE. — *Sur la durée de la vie larvaire des Eucyphotes.* Note [1] de M. H. Coutière, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On n'a suivi, ou reconstitué, la vie larvaire des Crustacés Eucyphotes que sur quelques espèces des genres *Atyephyra, Palæmonetes, Leander, Crangon, Alpheus, Pandalus*. Elle paraît comporter 5 à 8 mues, au cours desquelles se place un stade *mysis*. Le jeune, avec ses appendices de forme caractéristique, mesure 6^{mm} au plus.

Ce mode de développement ne paraît plus pouvoir être étendu à la généralité des espèces. Les recherches océanographiques ont singulièrement élargi la difficulté et l'intérêt de la question en faisant connaître toute une série de larves *mysis* d'Eucyphotes, dont la taille s'échelonne entre 6^{mm} et 53^{mm}, sans que l'aspect morphologique soit modifié dans ses traits essentiels, même chez les larves les plus *géantes*.

Ces formes ont été recueillies d'abord par le *Challenger* (12 genres, 25 espèces, 30 spécimens environ, mesurant de 6^{mm} à 17^{mm}), par le *Plankton Expedition* (9 genres nouveaux avec 14 espèces, 50 spécimens environ, mesurant de 5^{mm} à 53^{mm}).

Les matériaux recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco ont augmenté cette liste de 14 espèces encore, avec 23 spécimens, ceux dus à l'expédition antarctique suédoise de 3 espèces avec 12 spécimens. Je les ai fait entrer autant que possible dans les genres déjà connus, dont les noms sont destinés à désigner par la suite de simples stades de dévoppement, comme il est advenu pour les genres *Zoé, Megalopa, Erichtus*, etc.

---

(1) Présentée dans la séance du 21 mai 1907.

Il résulte de l'étude de ces formes que la vie larvaire, entre la *Zoé* originelle et le jeune reconnaissable, peut avoir chez les Eucyphotes une durée extrêmement variable, chaque espèce différant de ses voisines sous ce rapport.

Ces variations peuvent être établies dans les familles énumérées ci-après, mais il faut mettre à part les Hoplophoridæ dont les larves ont des exopodites sur toutes les pattes thoraciques et surtout une palpe sur la mandibule, de si bonne heure que peut-être on en trouverait trace chez les *Zoés*, si elles étaient connues. Mais ces caractères persistant à tout âge, la durée de la vie larvaire n'a pas de limites tranchées. Comparées aux suivantes, ces larves rappellent les Insectes amétaboliens (diverses espèces de *Caricyphus*, *Bentheocaris* Bate).

Pasiphœidæ. — La mandibule des larves est sans palpe, et il en sera de même désormais, sans exception, que les formes adultes possèdent ou non cet appendice. Les exopodites sont également présents sur tous les péréiopodes, dont les dernières paires sont plus réduites (quelques espèces de *Caricyphus* Bate, *Anisocaris* Ortmann).

Pandalidæ et Thalassocaridæ. — G.-O. Sars a noté déjà que la larve du *Pandalus borealis* mesure 13^{mm}, le plus petit connu des jeunes de l'espèce mesurant 17^{mm}. Ces deux familles, ou tribus d'une même famille, présentent des cas bien plus typiques encore. Chez les espèces aux stades *Eretmocaris* (derniers péréiopodes renflés à l'extrémité), *Icotopus* (tous les péréiopodes simples et semblables), *Kyptocaris* ou *Oligocaris* (pinces de la deuxième paire présentes), l'apparition des caractères ci-dessus peut se faire après un temps très variable : l'*Icotopus arcurostris* Bate mesure 10^{mm}, l'*I. amplissimus* (coll. du Prince de Monaco), la plus grande larve connue d'Eucyphote, mesure sans le rostre $32^{mm},8$ (43^{mm} en tout). Dans le seul genre *Alantocaris* Ortmann ($32^{mm},2$ sans le rostre, 53^{mm} en tout chez l'*A. gigas*) on trouve, suivant la taille ou l'espèce, 0, 1, 2 paires de pinces. Les *Procletes* Bate seraient des *Atlantocaris* encore dépourvus de pinces.

Hippolytidæ. — Deux espèces de *Caricyphus* que j'ai décrites appartiennent à deux genres distincts de cette famille. L'une d'elles, *C. bigibbosus,* qui atteint 40^{mm}, est à peu près identique aux *Chorismus* Bate.

Alpheidæ. — Grâce à l'observation de S. Lo Bianco, qui a pu suivre l'entier développement de l'*Alpheus ruber,* il est permis de parler d'Alpheidæ aux stades *Diaphoropus*, *Anebocaris, Parathanas.* On connaît des Alphées dont le jeune mesure 5^{mm} (Brooks et Herrick), d'autres cas où la larve *Anebocaris* mesure $6^{mm},4$ au moins (*A. ruber*), 9^{mm}, 13^{mm} et même 17^{mm}. Cette dernière dimension existe chez une larve qui me paraît être un stade avancé du *Diaphoropus versipellis* Bate. Dans d'autres cas, le stade *Parathanas,* plus parfait que les précédents, mesure seulement 6^{mm}. C'est dans cette famille que l'on peut établir l'une des séries les moins incomplètes.

Palemonidæ. — Les larves *Coronocaris, Mesocaris, Retrocaris* Ortmann. Des *Retrocaris* très petits, que j'ai étudiés, rappellent les *Campylonotus* adultes. L'espèce

R. contraria mesure 16^{mm}. Un *Periclimenes* mesurant 26^{mm} m'a montré le passage à l'adulte non encore effectué complètement, les exopodites existant encore. Peut-être les *Bresilia* Calman présentent-ils un cas analogue.

Nikidæ.— Les *Hectarthropus* Bate, dont tous les appendices sont simples à la taille de 7^{mm} à 11^{mm}, se trouvent posséder, à une taille de 16^{mm}, les pattes caractéristiques des *Nika*.

J'ai exposé ces faits suivant l'une des conceptions que l'on peut s'en faire, à savoir : que les variations énormes dans la taille des larves et, par suite, dans la durée probable de la vie larvaire, sont des différences entre espèces d'une même famille. Ces larves finiraient par aboutir à la forme adulte et rappelleraient la longue série des formes larvaires des Euphausidæ, où la mandibule, par une analogie remarquable, est d'abord simple et n'acquiert un palpe que secondairement.

Mais, devant l'extrême rareté de ces formes, leur capture isolée, la difficulté de les rapporter à des genres connus, les progrès très peu sensibles de leurs appendices à des tailles très différentes, on peut se demander si ces larves géantes ne sont pas, dans une espèce donnée, le fait d'une déviation du développement normal.

La suite logique de cette hypothèse est la question de savoir si ces larves atteignent toujours l'état adulte, et si les plus grandes d'entre elles, tout au moins, ne finissent pas par disparaître avant, soit parce qu'elles ont attendu vainement quelque condition extérieure nécessaire à leur transformation, soit parce qu'elles sont originellement monstrueuses, au point de vue des ébauches de leurs glandes génitales, par exemple. La vérification de ce dernier point serait du plus haut intérêt, s'il était possible de disposer d'un matériel plus abondant que les rarissimes et précieux spécimens actuels.

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Résultats fournis par la réalisation complète des conditions physiologiques auxquelles doivent satisfaire les appareils respiratoires pour permettre sans danger le séjour et le travail de l'homme dans les atmosphères irrespirables.* Note [1] de **M. J. Tissot**, présentée par M. A. Chauveau.

Pour que les appareils respiratoires puissent rendre les services qu'on attend d'eux, il faut qu'ils laissent au sauveteur sa respiration parfaite-

[1] Présentée dans la séance du 21 mai 1907.

ment normale, physiologique et une capacité de travail entière, normale. Ce résultat ne peut être atteint que si aucune des conditions physiologiques de la respiration normale n'est modifiée par les appareils. L'inobservation de ce principe élémentaire expose les appareils respiratoires à ne pas posséder la première des qualités requises, celle d'être inoffensifs. L'expérience a démontré que souvent ils ne le sont pas.

De longues études physiologiques sur la question, poursuivies depuis quinze ans dans le laboratoire de M. Chauveau, m'ont amené à conclure que, pour donner à l'homme une sécurité complète, lui laisser sa respiration normale et sa capacité de travail habituelle, les appareils respiratoires doivent remplir les conditions suivantes :

A. *Au point de vue de la mécanique respiratoire.* — 1° Utiliser la respiration nasale; la respiration buccale est anormale, très fatigante. C'est un point depuis longtemps établi par M. Chauveau.

2° Éviter toutes les nombreuses causes qui déterminent une modification perceptible de la pression normale de l'air expiré ou inspiré, telles que l'étroitesse des tubes, les rétrécissements, etc. Les soupapes d'échappement, qui portent à une valeur minima de 25^{mm} d'eau la pression normalement presque nulle de l'air expiré à sa sortie des voies respiratoires, rendent la respiration difficile.

B. *Au point de vue du chimisme respiratoire.* — 1° Posséder un mécanisme spécial destiné à séparer les courants inspiratoire et expiratoire à la *sortie des narines ;*

2° Ne comprendre qu'un espace très réduit entre l'orifice des narines et le lieu où doit s'effectuer la séparation parfaite des courants expiratoire et inspiratoire. Les appareils à casque sont défectueux sur ce point;

3° Réaliser l'absorption à peu près complète et instantanée de l'acide carbonique. Cette absorption ne peut être réalisée ainsi que par une solution de potasse qui a en outre l'avantage d'éviter en grande partie l'échauffement de l'air produit par la potasse solide. Celle-ci, qui absorbe bien au début, absorbe mal par la suite, surtout lors de la production abondante d'acide carbonique par le travail musculaire;

4° Fournir en quantité toujours suffisante, surtout pendant le travail, de l'air contenant toujours une proportion d'oxygène au moins égale à celle de l'atmosphère ordinaire.

C. *Au point de vue de la sécurité de l'homme.* — 1° Etre absolument hermétiques. Cette qualité doit être vérifiée par une épreuve d'une gravité

exceptionnelle, celle du séjour prolongé dans une atmosphère de gaz d'éclairage totalement exempt d'air; cette épreuve serait dangereuse avec les appareils à casque qui ne sont pas hermétiques;

2° Réaliser de façon parfaite l'absorption de l'acide carbonique et l'apport d'oxygène en quantité suffisante;

3° Être solides et sans organes compliqués.

D. *Au point de vue de leur rendement :*

1° Permettre un séjour aussi prolongé que possible dans les atmosphères irrespirables;

2° Laisser au sauveteur sa capacité de travail habituelle;

3° Éviter le gaspillage de la provision d'oxygène et en tirer le maximum de rendement.

J'ai construit un appareil basé sur l'ensemble de ces principes. Voici les résultats qu'il a fournis :

EXPÉRIENCE I. — *Durée d'utilisation de l'appareil.* — Un sujet du poids de $78^{kg},500$ (sans l'appareil) marche de 1^h à $4^h 30^m$, muni de l'appareil, à l'allure de 5^{km} à l'heure, puis jusqu'à 6^h à l'allure de 2^{km} à 3^{km} à l'heure. L'air inspiré ne contenait après 3 heures 30 minutes d'expérience que $0^{cm^3},45$ pour 100 d'acide carbonique et $0^{cm^3},86$ pour 100 au bout de 5 heures. Il a été employé 1800^g de potasse et 280^l d'oxygène.

La respiration avait conservé, après 5 heures d'usage de l'appareil, son rythme et son amplitude parfaitement normale; le sujet n'éprouvait absolument aucune gêne respiratoire, ni aucune sensation désagréable en dehors de celle de la fatigue résultant de la marche.

EXPÉRIENCE II. — *Capacité du travail.* — Elle dure 3 heures. Le même sujet, muni de l'appareil, effectue 50 fois sans arrêt, de 2^h à $2^h 52^m$, l'ascension et la descente de l'escalier du laboratoire haut de $7^m,65$. De $2^h 52^m$ à 5^h, il effectue en 6 fois 37 nouvelles ascensions de l'escalier. Le défaut d'entraînement et la fatigue des membres inférieurs l'ont seuls empêché de faire plus. Pendant ces 3 heures, il a utilisé 300^l d'oxygène et 1800^g de potasse. Il a effectué pendant les 52 premières minutes $50 \times 7,65 \times 90,5 = 34616$ kilogrammètres en une seule fois, sans arrêt, travail positif seulement, soit l'ascension et la descente d'un escalier d'une hauteur de 383^m avec une charge de 13^{kg} sur le dos.

Pendant les 3 heures d'expérience, il a effectué $87 \times 7,65 \times 90,5 = 60232$ *kilogrammètres en travail positif seulement.* Il faudrait ajouter à ce travail tout le travail négatif accompli à la descente, travail fatigant et dont la dépense s'élève au moins aux $\frac{2}{3}$ de celle du travail positif; le travail total a consisté, en résumé, à effectuer l'ascension et la descente d'un escalier d'une hauteur de 666^m, avec une charge de $12^{kg},500$ sur le dos.

Pendant ces 3 heures d'expérience, le sujet n'a pas ressenti, à aucun moment, la moindre gêne respiratoire. La respiration avait conservé au bout de 3 heures

son rythme habituel et son amplitude normale; le cœur battait normalement. Le travail considérable effectué montre que le sujet avait sa capacité de travail habituelle.

Expérience III. — *Épreuve d'herméticité.* — L'expérience a été faite sur moi. Je me suis enfermé, muni de mon appareil, dans une petite pièce de 1^m de large, $1^m,70$ de long, et 3^m de haut, dont toutes les issues étaient soigneusement calfeutrées, sauf un orifice de 6^{cm} de diamètre pratiqué à la partie inférieure de la porte.

A $1^h 50^m$ on ouvre largement deux conduites de gaz de 15^{mm}. Au bout de 10 minutes un cobaye introduit par l'orifice de la porte et placé à la hauteur du ventre tombe sur le flanc en 30 secondes et meurt. Les conduites de gaz restent ouvertes jusqu'à la fin de l'expérience, à $5^h 50^m$.

Je n'ai pas même perçu la moindre odeur de gaz d'éclairage et n'ai éprouvé aucune sensation anormale. *J'ai donc pu séjourner sans aucun danger, pendant 4 heures, à l'aide de mon appareil, dans un gaz extrêmement toxique, le gaz d'éclairage.*

Mon appareil était muni, pour cette expérience, d'un sac-réservoir à double paroi, en toile imperméable. Mais les expériences faites sur l'animal démontrent qu'un sac à simple paroi, bien que traversé par l'oxyde de carbone en vertu du phénomène de pénétration, n'en laisse passer qu'une quantité insuffisante pour élever la proportion de ce gaz dans le sang, au-dessus de $0^{cm^3},2$ pour 100^{cm^3} de sang chez un homme de 80^{kg}, proportion dont l'effet est nul.

PHYSIOLOGIE. — *Travail développé pendant la phonation.* Note de M. Marage, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note présentée à l'Académie de Médecine ([1]) j'indiquais comment, en se servant d'un orateur artificiel, la sirène à voyelles, on pouvait comparer l'énergie dépensée dans une salle par des orateurs ayant des timbres différents; j'ai trouvé ainsi qu'une voix de basse, pour produire la même impression sur l'oreille, devait développer un travail de sept à dix-huit fois plus grand qu'une voix de baryton ou de ténor.

Il était intéressant de mesurer la valeur exacte de ce travail chez un orateur naturel.

Sa valeur est exprimée par le produit VH, du volume V d'air qui s'échappe des poumons pendant un temps donné, sous une pression H.

Chez un sujet normal, on détermine assez facilement V au moyen d'un spiromètre; mais il est impossible de mesurer H, puisqu'il faut prendre la pression de l'air dans la trachée, au-dessous de la glotte.

J'ai pu faire des expériences chez deux sujets : le premier avait subi

---

([1]) 21 mai 1907.

l'ablation totale du larynx, la trachée communiquait au moyen d'un tube souple avec une anche membraneuse en caoutchouc, fixée dans la bouche à un palais artificiel ([1]).

J'ai bifurqué ce tube de manière à pouvoir mesurer la pression au moyen d'un manomètre métallique gradué en millimètres d'eau.

Le débit de l'air, le nombre et la durée des inspirations étaient mesurés de la façon ordinaire.

Le deuxième sujet avait des cordes vocales normales et une canule trachéale; en faisant communiquer celle-ci avec le manomètre j'avais constamment la pression H de l'air pendant la phonation, V était mesuré comme précédemment.

Les résultats sont résumés dans le Tableau suivant :

LARYNX ARTIFICIEL.

Conversation ordinaire.

V	L'inspiration dure.....	1 seconde
	L'expiration dure.....	3 secondes
	Le volume d'air expiré.	$2^{l},3$
	Nombre des respirations à la minute.........	15

$V = 2070^{l}$ par heure.
$H = 100^{mm}$ d'eau à 200^{mm}.
$T = 207^{kgm}$ à 414^{kgm} par heure ([2]).

Pendant une expiration le sujet prononce au plus 30 syllabes, c'est-à-dire 27000 en 1 heure.

Discours dans une grande salle.

Le sujet ne peut pas augmenter suffisamment l'énergie de sa voix.

LARYNX NATUREL.

Conversation ordinaire.

V	L'inspiration dure.....	1 seconde
	L'expiration dure.....	5 secondes
	Le volume d'air expiré.	$0^{l},5$
	Nombre de respirations à la minute.........	10

$V = 300^{l}$ par heure.
$H = 100^{mm}$ à 160^{mm} d'eau.
$T = 30^{kgm}$ à 48^{kgm} à l'heure.

Discours dans une grande salle.

L'inspiration dure.........	2 secondes
L'expiration dure..........	3 secondes
Le volume d'air expiré.....	2^{l}
Nombre de respirations à la minute.................	12

$V = 1440^{l}$ par heure.
$H = 100^{mm}$ à 200^{mm} d'eau.
$T = 144^{kgm}$ à 288^{kgm} par heure.

---

(1) Cet appareil a été construit par M. Delair.
(2) Le sujet ne parle pas pendant l'inspiration.

Remarques. — 1° La pression de l'air se maintient, que l'on ait affaire au larynx naturel ou au larynx artificiel, entre 100^{mm} et 200^{mm} d'eau; pour la simple phrase : « Bonjour, monsieur », le manomètre oscille entre 120 et 160.

2° Ce qui fait varier énormément le travail de la phonation, c'est le débit de l'air, qui oscille de 300^{l} à l'heure (larynx naturel, conversation) à 2070^{l} à l'heure (larynx artificiel, conversation).

Les cordes vocales n'ayant pas la même longueur, chez l'homme (20^{mm} à 24^{mm}) et chez la femme (16^{mm} à 18^{mm}), j'ai fait des expériences en changeant la longueur de la partie vibrante des anches membraneuses.

Le travail minimum pour faire vibrer les anches longues (24^{mm}) que j'employais est 57^{kgm} à l'heure; pour les anches courtes (18^{mm}) $14^{kgm},400$ à l'heure, c'est-à-dire quatre fois moins environ. On peut donc prévoir que les femmes se fatigueront beaucoup moins en parlant que les hommes; on sait, du reste, que les enfants, dont le larynx est encore beaucoup plus petit, peuvent parler pendant plusieurs heures sans avoir l'air d'éprouver la moindre fatigue.

Conclusions. — 1° Un orateur doit, avant tout, apprendre à respirer, puisque c'est V qui varie le plus.

2° Il ne faut pas perdre d'air inutilement, c'est-à-dire que les cordes vocales doivent se joindre sur la ligne médiane.

3° Les hommes et en particulier les voix de basse se fatiguent beaucoup plus en parlant que les femmes et les enfants.

4° Au point de vue de la théorie de la formation des voyelles, le larynx artificiel est intéressant; en effet, le sujet muni de cet appareil ne peut pas émettre les voyelles fondamentales OU, O, A, É; I seules; il faut qu'elles soient dans le corps d'un mot, c'est-à-dire appuyées sur des consonnes.

Ce fait confirme la théorie que j'ai donnée en 1900 et dans laquelle, par des expériences d'analyse et de synthèse, je montrais que les voyelles fondamentales étaient produites par une vibration aéro-laryngienne intermittente, la bouche ne servant qu'à renforcer ou à transformer la voyelle.

MÉDECINE. — *Recherches sur l'action des eaux sulfurées dans le traitement mercuriel.* Note de MM. A. **Desmoulières** et A. **Chatin**, présentée par M. d'Arsonval.

Il est aujourd'hui pratiquement démontré et admis que, dans les stations sulfurées, on peut facilement et sans risques faire tolérer à des malades

syphilitiques des doses de mercure 4 et 5 fois supérieures à celles qu'ils supporteraient normalement, et cela pour la guérison rapide de leurs accidents.

A quoi doit-on attribuer cette tolérance de l'organisme et comment le soufre facilite-t-il cette absorption remarquable? Tel est le but des recherches que nous allons exposer :

D'une manière générale, le mercure métallique et ses divers composés employés en médecine, proto-iodure, bi-iodure, benzoate, et surtout les sels à acides organiques, passent dans l'économie à l'état de bichlorure de mercure ou de composés tels que : chloro-bromures, chloro-iodures, chloromercurates, dont les propriétés, au point de vue qui nous intéresse, sont voisines de celles du bichlorure de mercure. Ces transformations peuvent s'opérer grâce aux chlorures alcalins du plasma sanguin, et les données fournies par la thermochimie viennent à l'appui de l'opinion que nous venons d'émettre, comme doubles décompositions possibles entre les sels de mercure à acides organiques et les chlorures alcalins, doubles décompositions aboutissant au chlorure mercurique ou aux chloro-mercurates.

Quant au calomel, on sait que l'eau bouillante le dissocie en mercure, bichlorure de mercure et oxychlorure; les chlorures alcalins agissent de même et plus énergiquement encore; une action suffisamment prolongée doit aboutir définitivement, dans ce dernier cas, au bichlorure de mercure.

Or, le bichlorure de mercure possède la propriété de donner avec les matières albuminoïdes une combinaison qui se sépare sous forme de précipité blanc, insoluble dans l'eau. On sait que le précipité est soluble, au contraire, dans un grand excès d'albumine et dans les solutions de chlorures alcalins.

Les expériences que nous avons effectuées tendraient à attribuer aux chlorures alcalins de l'organisme un rôle prépondérant dans la redissolution des albumines précipitées par les sels de mercure; nous allons voir qu'à ce point de vue les composés sulfurés ont une action beaucoup plus énergique encore.

Connaissant cliniquement la tolérance mercurielle obtenue par les eaux sulfurées, nous avons cherché ensuite à déterminer quel pouvait être leur mode d'action dans l'absorption et la circulation du mercure, et, pour cela, nous avons fait un certain nombre d'expériences qui viennent confirmer celles d'Astrié.

Nous avons dans nos essais cherché à séparer l'action des divers composés susceptibles de se rencontrer dans les eaux sulfurées : hydrogène sulfuré, sulfures, hyposulfites, sulfites et sulfates. Nous résumons succinctement les résultats obtenus :

1° Si l'on traite une solution très étendue de sublimé (à 2^{cg} pour 1000, par exemple) par le monosulfure de sodium, la liqueur se colore, mais il ne se produit aucun dépôt; au contraire, en présence du chlorure de sodium (à 6^{g} pour 1000, par exemple), la précipitation du mercure à l'état de sulfure s'effectue très facilement.

2° Fait très intéressant, si l'on répète l'expérience précédente en présence de *sérum sanguin*, on constate que la précipitation du mercure par le monosulfure de sodium n'a pas lieu, même en présence du chlorure de sodium.

3° Les précipités d'albuminate de mercure sont redissous par les composés renfermés dans les eaux sulfurées, beaucoup mieux que par le chlorure de sodium et le pouvoir solubilisant est d'autant plus grand que les produits sulfurés sont plus éloignés de leur terme d'oxydation. Autrement dit, l'hydrogène sulfuré agit plus que les sulfures, les sulfures plus que les hyposulfites, les hyposulfites plus que les sulfites; quant aux sulfates, ils ne joueraient aucun rôle au point de vue qui nous intéresse.

Nos expériences, trop longues à relater ici, nous permettent de répondre à l'objection très importante faite à l'adjonction de la cure sulfureuse au traitement hydrargyrique. On prétendait que, sous l'influence des sulfureux, il se produisait dans l'organisme un *sulfure de mercure insoluble;* c'était à cette formation de *sel inerte* que l'on devait attribuer l'inocuité des traitements massifs supportés par les malades soignés aux thermes sulfureux. A l'appui de cette théorie, on faisait valoir l'argument suivant : nous savons que les sulfures possèdent la propriété de donner avec les sels de mercure un précipité de sulfure insoluble.

Nous-mêmes venons de montrer que le chlorure de sodium occasionnait la séparation du sulfure résultant de l'action du monosulfure de sodium sur le bichlorure de mercure en solution étendue. Mais, fait capital, rien de semblable ne se produit lorsqu'on opère en présence de sérum sanguin, la précipitation du mercure à l'état de sulfure n'a pas lieu, dans ces conditions, même en solution chlorurée sodique. De plus, nous avons dans ce qui précède appelé l'attention sur le pouvoir solubilisant énergique des composés sulfurés à l'égard des albuminates de mercure. Nous avons vu que ce sont les produits sulfurés les moins oxydés qui agissent le plus rapidement; c'est ainsi que l'hydrogène sulfuré a une action solubilisatrice instantanée. En la circonstance, le laboratoire est d'accord avec la clinique, car les eaux sulfurées considérées comme aidant le plus au traitement de la syphilis sont précisément les sources minéralisées par l'hydrogène sulfuré.

Comme conclusion à ces recherches nous disons donc : les eaux sulfurées agissent non en formant un *sulfure insoluble*, mais en augmentant la puissance solubilisatrice du sérum sanguin à l'égard des albuminates de mercure; elles permettent d'employer pour les malades les doses considérables de mercure réclamées par la gravité des lésions, sans danger d'intoxication ni accidents mercuriels; elles activent considérablement la mise en circulation du mercure accumulé dans les tissus, elles rendront donc les plus grands services dans les cas d'intoxication, stomatites, gengivites, entérites mercurielles, etc.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'étude des oscillations du rivage dans la baie du Callao.* Note de M. P. **Berthon**.

Ed. Suess, après avoir résumé les données relatives aux soulèvements intermittents de la côte occidentale de l'Amérique du Sud, conclut que, « au Callao, la présence de débris de cuisine a fait naître des idées fausses : il s'agit, en réalité, d'un banc qui se forme et disparaît successivement, sur la côte de l'île San-Lorenzo, faisant face à la terre ferme ».

Comme le savant auteur de *La face de la Terre*, et tous ceux qui ont visité les environs de Lima, après Darwin, je ne crois pas à la valeur des opinions publiées en faveur du soulèvement du rivage dans la baie du Callao; et le but de cette Note est d'apporter, à l'appui de ma conviction, l'exposé des considérations suivantes :

1° Les formes en terrasses du terrain sur lequel sont déposés les Kjœkkenmœdings de San-Lorenzo s'expliquent indiscutablement par la tectonique de l'île;

2° Les restes préhistoriques de Bella Vista n'ont aucun rapport avec les oscillations du rivage;

3° Le Camotal est une sorte d'alluvion sous-marine, dont les variations n'indiquent point les déplacements de la côte;

4° Les ras de marée, dans la baie du Callao, peuvent être produits par les effondrements des couches en état d'équilibre instable, sous l'action des secousses sismiques;

5° La rencontre de fragments de coquilles actuelles à l'extrême base du delta du Rimac ne fournirait point une preuve de l'exhaussement du sol.

J'en trouve la confirmation dans la géomorphologie liménienne : à peu près parallè-

lement à la côte court la ligne de contact des roches sédimentaires et éruptives. Celles-ci, à l'est, sont formées de diorite quartzifère, associée à des andésites à hornblende et à des dolérites à olivine.

Les sédiments, à l'Ouest, sont composés de grandes assises de grès siliceux avec des couches peu épaisses de schiste argilogréseux et des bancs de calcaire compact intercalés. M. G. Steinmann a placé la formation de San-Lorenzo dans le Néocomien; et M. E. Haug, qui a bien voulu examiner mes fossiles, y a reconnu, comme caractéristiques, des Hoplitidés voisins des *Hoplites Callisto* d'Orb., *Occitanius* Pictet et autres formes incontestablement berriasiennes.

Les couches sédimentaires forment un anticlinal dont la nappe Ouest est jalonnée par Ancon, San-Lorenzo, le Morro-Solar, le temple de Pachacamac; et l'autre nappe est coupée au contact des diorites. Son axe, incurvé à l'ouest de Lima, se dirige d'une part vers Puente Piedra et le Nord-Nord-Est, de l'autre, vers le Sud-Est, dans la direction de l'Atocongo.

La rupture de l'anticlinal produite naturellement à la convexité de son axe, le delta du Rimac s'est formé par le déplacement du fleuve vers le Nord. On aperçoit nettement deux de ses lits abandonnés, l'un à Villa, l'autre à Bella Vista. D'abord limité, à l'Ouest, par une série de collines, dont il reste un témoin dans l'îlot de Piedra Horadada, le delta, à la rupture de sa bordure, s'est trouvé coupé, par le courant de Humboldt, en falaises abruptes qui atteignent aujourd'hui 60^m de haut; et les matériaux du cône de déjection, transportés par le courant, ont formé la Punta et le banc du Camotal. Les *huacas* et les apports éoliens achèvent de caractériser la topographie liménienne. On voit, notamment, des amas de sable et de débris de coquilles marines actuelles remonter, sous la poussée du vent, la *Tablada de Lurin*, à des altitudes qui dépassent 30^m.

Et l'on constate alors aisément que :

1° Les accidents du sol qui ont pu être pris pour des terrasses, à l'endroit où reposent les Kjœkkenmœdings visités par Darwin, à San Lorenzo, font partie de la nappe Ouest de l'anticlinal de Lima. L'érosion de ses strates inclinées se présente sous forme de gradins, par la mise en saillie des couches dures, et un examen trop rapide peut seul faire croire à la présence de terrasses marines;

2° M. Max Uhle, avec lequel j'ai examiné la falaise de Bella Vista, m'a fait remarquer qu'elle révélait l'existence de populations préhistoriques au bord de l'ancien lit du Rimac, et je ne crois pas qu'on puisse établir une relation entre ce fait et le soulèvement problématique de la côte.

Le recul constant de la falaise a mis à jour des dépôts préhistoriques qui apparaissent à une certaine hauteur, c'est tout ce que l'on doit constater, et il n'est point permis de les assimiler aux Kjœkkenmœdings de San-Lorenzo, en supposant qu'ils se soient surélevés simultanément au-dessus du niveau de la mer;

3° Entre La Punta et San-Lorenzo, le Camotal, mince banc de cailloux et de sable formé sous les eaux par la force du courant et l'apport fluctuant des éléments arrachés à la falaise, s'avance lentement vers le Nord et ses variations ne dépendent exclusivement que de la force du courant et de la quantité de cailloux transportés. Son sommet est arasé constamment par les vagues, et la surface qu'il présente au-dessus de l'eau ne saurait être prise comme témoin de la variation du niveau de la mer;

4° J'ai eu l'occasion d'interroger des témoins oculaires du dernier raz de marée au Callao et la description qu'ils m'ont faite de la vague dévastatrice semble traduire assez bien l'effet produit par la chute consécutive à un glissement des couches mouillées qui prolongent la base de la Punta, sous l'action des ébranlements sismiques. Des phénomènes analogues et absolument localisés pourraient s'accorder avec la disparition sous les eaux de quelques parcelles de la plage, conformément à la tradition populaire, sans qu'il y ait eu abaissement étendu du rivage;

5° Des forages de puits artésiens, aux environs de Callao, ont amené au jour, m'a-t-on assuré, des débris de coquilles marines actuelles provenant de la base des formations du delta, au-dessus du niveau de la mer. Je n'ai pu vérifier le fait, mais il pourrait être assimilé à l'existence de coquilles sur le sol de la Tablada de Lurin s'il était actuellement inondé par le Rimac et recouvert de ses cailloux.

J'ajouterai enfin que, s'il y a eu des variations dans l'altitude du niveau de base du delta du Rimac, elles ne peuvent être que de peu d'amplitude. En effet, la pente de la génératrice Lima-Miraflores, du cône de déjection, amène le rivage probable du delta vers l'îlot de la Piedra-Horadada, au niveau actuel de la mer.

Je me propose d'étudier en détails la géomorphologie liménienne et de couvrir le delta du Rimac d'un réseau géodésique dont les fléchissements accuseraient les déplacements sismiques du terrain.

GÉOLOGIE. — *Les volcans du Logudoro et du Campo d'Ozieri (Sardaigne).* Note [1] de M. G. Deprat, présentée par M. Michel Lévy.

1. La partie nord-ouest de la Sardaigne présente un remarquable développement des formations volcaniques qui en fait, à ce point de vue,

---

[1] Présentée dans la séance du 21 mai.

une des plus intéressantes régions d'Europe. Je ne m'occuperai dans cette Note que des manifestations volcaniques les plus récentes. Celles-ci ont donné naissance à d'importantes coulées basiques, souvent en relation avec des cônes pourvus de cratères et fort bien conservés. La partie du Logudoro et du Campo d'Ozieri qui les renferme est limitée au Sud par les immenses épanchements basaltiques du plateau de Campedu, dépendant du groupe du Ferru, à l'Ouest et au Nord par les formations volcaniques variées de la région de Villanova Monteleone et de l'Angloma : rhyolites, trachyandésites et andésites à hypersthène, labradorites, dont j'ai indiqué déjà l'âge antéburdigalien, labradorites et basaltes hypersthéniques et augitiques posthelvétiens ; à l'Est par les terrains cristallins de la région centrale.

L'ensemble des cônes et des bouches éruptives qui ont rejeté des basaltes, labradorites et andésites à olivine est distribué suivant deux traînées qui se coupent près de Bonorva. La première, longue de 35^{km}, va d'Ittiredu à Pozzomaggiore avec une direction NE-SO. La deuxième, longue de 32^{km}, jalonne une zone de fractures Nord-Sud remarquablement rectiligne se prolongeant dans l'Anglona [1] et ayant donné antérieurement issue à des épanchements de labradorites et de basaltes à hypersthène que j'ai découverts au nord de Nulvi. Au point d'intersection de ces deux zones de fractures, entre Giave et Mores, les orifices volcaniques forment un groupement important.

On peut distinguer trois groupes de plus en plus récents dans cette phase ultime de l'activité interne en Sardaigne. Les deux premiers offrent des coulées souvent isolées en forme de plateaux, limitées par des escarpements au-dessus des vallées. Au premier appartiennent des basaltes labradoritiques noirs de Padria, des coulées inférieures de Giave et du plateau de Campeda. Je ne connais pas d'appareils volcaniques en relation avec ces coulées qui ont dû s'épancher par des fractures. Le deuxième groupe, dont les coulées recouvrent souvent les précédentes, est formée de basaltes surchargés d'olivine (volcans de Pozzomaggiore, Bonorva, Giave, Tiesi). Le troisième groupe montre comme le précédent de beaux cônes mais mieux conservés ; les laves sont beaucoup moins riches en olivine et tendent vers des types andésitiques. Le pyroxène est toujours de l'augite

---

(1) J. DEPRAT, *Sur les rapports entre les terrains tertiaires et les roches volcaniques dans l'Anglona* (*Sardaigne*) (*Comptes rendus*, 14 janvier 1907).

souvent titanifère; les coulées occupent le fond des vallées et ont un aspect très frais.

II. Divers modes de l'activité éruptive. — Le plus souvent les coulées sont accompagnées de cônes volcaniques, mais de frappants exemples, comme celui du *monte Ruju*, montrent qu'en réalité l'appareil extérieur du volcanisme n'est qu'un accessoire dans l'acte éruptif.

Groupe des volcans de Pozzomaggiore, Bonorva, Giave. — Les basaltes noirs du premier groupe sont surmontés près de Pozzomaggiore par une importante coulée s'étendant de Cossoïne au Rio Crabolu, sur une longueur de 14^{km} et une épaisseur moyenne de 3^{m}. Elle est en relation avec deux cônes de scories, *monte San Pietro* et *monte Oes* (509^{m}), ce dernier possédant encore un moule interne de son cratère en basalte. Près de Bonorva le volcan *Binnarzosu* au cratère égueulé vers le Nord a donné une coulée de 8^{km^2}. Près de Giave un volcan ruiné n'est plus représenté que par sa cheminée sous forme de moule interne basaltique se dressant comme une colonne de 30^{m} de haut et de 400^{m} de tour. Sur le plateau de Giave sont deux nappes superposées de laves du premier et du deuxième groupe.

Volcan Peladu. — Cet important volcan se dresse au nord de Tiesi sur un socle de calcaires miocènes. Son large cône surbaissé (751^{m}) montre encore un vaste cratère principal ouvert au Sud-Sud-Est et un autre secondaire ouvert au Nord-Nord-Est. La grande coulée, avec laquelle il est en relation, couronne un vaste plateau taillé à pic; des témoins de cette coulée couronnent les plateaux environnants. Avant le travail de l'érosion, l'ensemble des coulées pouvait atteindre 25^{km^2}. Près de lui se dresse, à Bounanaru, le piton basaltique à base circulaire de 700^{m} de diamètre de *monte Arana* (512^{m}) pointant au milieu des calcaires burdigaliens.

Groupe des volcans récents d'entre Tiesi, Mores et Ittiredu. — Ce groupe de six volcans se trouve au point d'intersection des zones de fractures limitant au Sud le Campo d'Ozieri. Ils appartiennent tous au troisième groupe; leurs laves recouvrent des pentes ou remplissent des fonds de vallées : *monte Annaru* (2^{km} nord de Giave), cône de 3^{km} de tour avec un large cratère de 450^{m} de diamètre, a donné une coulée épanchée dans le Campo de Torralba; le *Cuguladdu* de Cheremule, beau cône (675^{m}) adossé au plateau, est pourvu d'un cratère égueulé vers l'Est, d'où s'échappe une coulée de 4^{km} vers Torralba; *monte Cujaru*, le plus beau volcan de la région, est un cône régulier de 496^{m}, pourvu de pentes rapides, avec un cratère central : on peut y recueillir de magnifiques échantillons de bombes; la coulée, d'abord étalée, va former une langue étroite dans la vallée du R. Badu Pedrosu; *monte Oes*, près de Torralba, est un cône de scories avec une petite coulée; l'*Austidu*, beau cône régulier dont le cratère a disparu presque entièrement, a donné la grande coulée de la *pianura* du R. Sassu allant jusque dans la vallée du R. Mannu où elle forme des orgues remarquables; le volcan le plus oriental est celui d'*Ittiredu :* son large cratère semilunaire a donné vers la vallée du R. Mannu une petite coulée de 2^{km} de long.

Groupe des volcans de Ploaghe. — Au sud de Ploaghe, j'ai étudié une fente de $4^{km},500$ de longueur visible, orientée Sud-Sud-Est, jalonnée par un filon de basalte

formant une muraille continue de *monte Pubbulema* à *monte Sa Figu* traversant la masse calcaire de *monte Rujù*. Le grand intérêt de ce système consiste dans la grande netteté avec laquelle on constate que l'énorme masse de laves descendant à l'Est et au Sud vers Ardara et Siligo, et ayant couvert primitivement plus de 60^{km^2}, provient de cette fente sans l'intermédiaire d'aucun cratère [1].

Près de Ploaghe même, deux tertres de scories sans cratère, traversés par des fissures nombreuses, sont en relation avec une coulée de 10^{km} de long allant jusqu'à Campomela. Un peu plus au Nord, *monte Massa*, beau cône (681^m) sans cratère, se rattache à deux coulées, l'une longue de $3^{km},300$ descendant vers le R. Frittu, l'autre de $2^{km},200$ vers le R. Mannu.

Cet exposé montre l'importance des phénomènes volcaniques dans cette région que jadis La Marmora baptisa du nom d'*Auvergne sarde*. Avec de nombreuses coulées et bouches de sortie, on ne compte pas moins de quinze cônes importants.

GÉOLOGIE. — *Sur les dômes du terrain houiller en Lorraine française.* Note de M. J. **Bergeron**, présentée par M. Zeiller.

Dans une récente Communication, MM. Nicklès et Joly [2] ont établi l'existence de dômes dans les terrains secondaires de la Lorraine française; ils ont montré que leur orientation se faisait suivant une direction sensiblement NE-SO; enfin, ils ont émis l'hypothèse qu'à ces dômes correspondent, en profondeur, des dômes intéressant les terrains primaires et par suite le Houiller.

En 1901, M. Marcel Bertrand émettait déjà l'hypothèse qu'il pouvait exister des dômes houillers [3] sous les dépôts secondaires.

Dans le rapport qu'il rédigea à la suite de l'étude [4] que nous avions faite du prolongement possible du bassin de Saarbrück en Lorraine française, il mit en évidence

---

(1) Le prolongement nord de la fente porte seulement deux petits tertres de scories insignifiants : *monte Pubbulema* et *monte Meddaris*.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIV, séance du 11 mars 1907, p. 586-589.

(3) MM. Jacquot et Nasse avaient montré antérieurement que l'anticlinal houiller principal était coupé par des plis synclinaux transversaux, mais ils semblent n'avoir pas eu la notion de dômes et surtout n'avoir pas compris le rôle que ces accidents ont joué dans la tectonique de la région.

(4) Cette étude nous avait été demandée par les sociétés de Pont-à-Mousson, de Micheville et de Saintignon et Cie.

l'existence d'une série de dômes dans le Houiller de Saarbrück. Après avoir constaté que les couches plongent d'une manière générale vers le Sud-Ouest, ce qui abaisse le Houiller du côté de la France, il se demande si, au delà du dernier dôme qu'il signale dans le bassin de Saarbrück, celui de la Grande Rosselle, il y a plongement définitif du Houiller. « Il semble plus rationnel, dit-il, de supposer que le système des dômes alignés se continue vers l'Ouest et arrive à une distance plus ou moins grande à rencontrer les couches. Les trois derniers dômes sont séparés par des failles transversales : faille de la Saar, faille de Geislautern, qui remontent les couches à l'Ouest. Il est à présumer qu'une faille semblable interrompt au Sud-Ouest la retombée des couches de la Grande Rosselle et qu'un nouveau dôme, plus ou moins étendu, commence à l'ouest de cette faille dans la région au delà de la Nied allemande. »

M. Marcel Bertrand était amené ainsi à admettre l'existence de dômes dans le terrain houiller de la Lorraine française, ainsi que l'existence de failles relevant vers le Nord la série primaire. Il concluait que, « s'il en était ainsi, la multiplication des dômes vers le Sud-Ouest diminuerait les chances défavorables qui, d'après ce qui précède, dépendraient surtout d'un abaissement trop grand des terrains ».

MM. Nicklès et Joly sont arrivés à donner à l'hypothèse des dômes houillers en Lorraine française un très grand degré de vraisemblance ; enfin M. Zeiller, par ses études paléobotaniques, l'a pleinement confirmée. M. Marcel Bertrand avait donc eu, dès 1901, l'intuition de ces accidents dont l'existence n'est plus douteuse.

De la continuité des dômes dans le bassin de Saarbrück et dans celui de la Lorraine française on peut conclure à la continuité d'allure de tout le Houiller. J'ai dit (¹) pourquoi je considérais le bassin de Saarbrück comme formé par une lame de charriage constituée par du Houiller et refoulée sur un anticlinal houiller. Pour moi, il en est de même pour tout le Houiller de la Lorraine française, situé au nord de la faille de Nomeny, le Houiller situé au sud appartenant à un anticlinal du *substratum*. C'est ce qui explique comment, bien que d'âge moins ancien, ce dernier se trouve, à Abaucourt, à une cote bien inférieure à celle qu'il devrait avoir, s'il appartenait à la même nappe que les couches d'Atton, d'Éply et de Dombasle. Il est vraisemblable, d'ailleurs, qu'en Lorraine française la nappe, au niveau de ses dômes, présentera les mêmes accidents que du côté de Saarbrück, c'est-à-dire des failles courbes, de très grande longueur et très inclinées sur l'horizontale.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, 18 juin 1906, p. 1398-1400.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'exploration de l'atmosphère libre au-dessus des régions arctiques.* Note (¹) de M. **Hergesell.**

Poursuivant l'exploration de l'atmosphère au-dessus des océans, S. A. S. le Prince de Monaco exécuta en juillet, août et septembre 1906, une série d'ascensions de ballons sondes et captifs, et de cerfs-volants au-dessus des régions arctiques. Sous ma direction eurent lieu plus particulièrement des ascensions de ballons pilotes visés pendant leur marche au moyen de théodolites spéciaux et qui déterminèrent la direction et la force des courants atmosphériques.

1. *Résultats des lancers de ballons sondes.* — On utilisa mon système de ballons-tandem, déjà employé au-dessus de l'Atlantique, mais avec les modifications nécessitées par les régions arctiques.

La variation verticale de la température et de l'humidité au-dessus de la mer polaire entre 70° et 80° de latitude Nord présente pendant l'été polaire les caractères suivants :

La décroissance de la température est très lente jusqu'aux couches les plus élevées qui aient été atteintes, soit 7830^m; elle est de 0°,48 pour 100^m en moyenne. Le phénomène est causé par de nombreuses isothermies et inversions intercalées entre des couches aériennes d'une épaisseur variable dans lesquelles la décroissance de la température est régulière et arrive jusqu'à 1° pour 100^m. Pour cette raison les courbes enregistrées par les thermographes diffèrent complètement de celles qui ont été obtenues au-dessus de l'Atlantique; elles se rapprochent de beaucoup par leur caractère dentelé des courbes de la grande inversion constatée pour la première fois au-dessus de l'Europe par MM. Teisserenc de Bort et Assmann et que nous avons retrouvée les premiers au-dessus de l'Atlantique à une altitude de 11000^m.

Immédiatement au-dessus de la mer se trouve, souvent, mais pas toujours, une couche dans laquelle la décroissance de la température est rapide et presque adiabatique, tandis que l'humidité augmente, et qui, dans sa partie supérieure, porte souvent une couche de nuages.

La Table suivante donne les chiffres caractéristiques des deux ascensions :

(¹) Présentée dans la séance du 13 mai 1907.

1° 16 juillet 1906. Latitude Nord, 79°; longitude Est, 8° en moyenne.

Altitude.	Temps.	Gradient.
0	7,2	»
250	7,9	Isothermie
1200	2,1	— 0,62
1500	4,0	Inversion
2300	0,3	— 0,54
2560	0,6	Inversion
3600	— 5,6	— 0,59
3840	— 6,3	— 0,29
4200	— 8,5	— 0,43
7050	— 28,8	— 0,71
7600	— 30,6	— 0,33

Gradient moyen — 0°,49.

2° 4 septembre 1906. Latitude Nord, 70°45′; longitude Est, 20°11′.

Altitude.	Temps.	Gradient.
0	5,7	— 0,90
840	— 1,8	Inversion
1020	— 1,0	
1500	— 1,2	
1770	— 0,2	— 0,37
3340	— 9,0	— 0,59
3440	— 9,0	Isothermie
4330	— 12,0	— 0,55
4720	— 16,6	

Gradient moyen — 0°,47.

Les variations de l'humidité correspondent tout à fait à celles de la température. Comme nous l'avons dit plus haut l'humidité augmente presque toujours et souvent même jusqu'à donner lieu à la formation de nuages, dans la couche la plus basse qui présente une décroissance régulière de la température. Au delà elle arrive subitement à 40 ou 60 pour 100 et y reste avec de petites variations correspondant aux différentes couches thermiques.

Le 16 juillet nous avons trouvé une inversion au delà de 7000^{m}. Il est probable qu'elle correspond à la couche relativement chaude qui se trouve à 11 000^{m} aux latitudes plus méridionales, mais je n'insiste pas sur cette hypothèse. Il résulte de ce petit gradient thermique que l'atmosphère arctique est, en été, relativement chaude. Ceci démontre l'influence qu'exerce sur l'atmosphère polaire le rayonnement solaire ininterrompu.

2. *Ascensions de cerfs-volants pour observer les vents locaux.* — Sur les côtes du Spitzberg et dans les baies qui s'enfoncent vers l'intérieur, nous constations presque toujours des vents forts, dont le régime paraissait local; en effet, ils disparaissaient aussitôt qu'on gagnait le large et se faisaient sentir de nouveau quand on se rapprochait de terre. Ces vents soufflaient d'une façon régulière dans les baies King, Cross, Smeerenburg, le Danesgat et le Southgat, mais surtout dans la baie Wijde. Toutes les ascensions de cerfs-volants que j'y fis exécuter ont montré que le régime de ces courants atmosphériques ne dépassait nulle part quelques centaines de mètres, de sorte qu'il était impossible de faire monter les cerfs-volants plus haut. La décroissance de la température était forte, presque adiaba-

tique; l'humidité arrivait souvent à 100 pour 100 dans cette couche. Audessus on trouvait soit un gradient thermique plus faible, soit une isothermie ou une inversion, tandis que l'humidité décroissait brusquement.

Ces vents locaux ont été observés également par les ballons pilotes. Toutes ces observations ont établi que ces vents inférieurs venaient toujours de la terre. C'est dans la Wijde-Baie, grand et large fjord, qui s'enfonce de près de 100^{km} vers l'intérieur, que l'origine terrestre de ces vents se présentait le mieux. Le vent y soufflait constamment du Sud, en longeant les côtes de la baie et sa vitesse atteignait souvent 7^{m} par seconde. Ces brises de terre arrivaient au maximum de leur force lorsque le ciel était clair audessus de la mer et s'affaiblissaient ou disparaissaient même tout à fait lorsqu'il y faisait du brouillard. Elles ne semblaient sujettes à aucune variation diurne ni dans la baie Wijde, ni dans les fjords de la côte occidentale. Si le vent soufflait la nuit, il avait la même direction que le jour.

Comme partout, ces vents locaux doivent leur existence à une différence de température entre la terre et la mer. Le caractère de brises de terre qu'ils gardent constamment démontre que l'intérieur du Spitzberg, couvert de glaciers, est toujours plus froid que les eaux du Gulfstream qui les baignent et l'air qui y repose. Ce fait a été confirmé directement par les observations de température exécutées simultanément par la mission envoyée vers l'intérieur des terres et à bord du navire.

3. *Les courants aériens de l'atmosphère libre.* — Les visées de petits ballons fermés en caoutchouc nous ont permis d'étudier les courants atmosphériques au-dessus de la mer polaire jusqu'à de grandes altitudes. Il résulte de ces observations que la vitesse du vent s'accroissait rapidement avec la hauteur. La région des vents locaux décrits plus haut était suivie ordinairement d'une couche stagnante à laquelle succédaient les courants de circulation générale. A 10000^{m} de hauteur le vent avait presque toujours une vitesse de 15^{m} à 20^{m}, parfois même 30^{m} par seconde. Ce sont les vents à composante W qui présentaient ces grandes vitesses; les courants à composante E étaient les plus faibles aux grandes altitudes. La direction du vent changeait tellement pendant la durée des observations (du 13 juillet au 8 septembre) qu'il était impossible de constater une direction prédominante. L'air arrivait aussi souvent du Pôle qu'il y allait. Donc, comme les courants observés appartiennent sans doute au grand tourbillon polaire, je crois que nos observations auront démontré que le centre de ce dernier change souvent de place et parcourt tout le bassin arctique.

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelle théorie de l'anthélie, des paranthélies et des halos blancs de Bouguer et d'Hévélius*. Note [1] de M. **Louis Besson**, présentée par M. Lippmann.

Certaines formes de cristaux de neige décrites par M. Dobrowolski [2] paraissent fournir une explication très simple de l'anthélie et des paranthélies de 120°.

D'après ce cristallographe, les prismes allongés, qui sont généralement terminés en pointe à une de leurs extrémités, forment très fréquemment des agrégats radiaires, par union de leurs extrémités pointues : « J'ai observé assez souvent », dit-il, « des étoiles à quatre rayons représentés par quatre prismes maclés dans un même plan et formant entre eux l'angle de 90°, ou une sorte de double étoile formée autour de deux centres situés dans un même plan et sur une même droite ». M. Dobrowolski n'a pas noté quelle était l'orientation relative des prismes autour de leur axe dans ces assemblages. Il est naturel de penser qu'ils tournent, l'un vers l'autre, soit une face, soit une arête. Admettons qu'au moins dans certains cas les faces se font vis-à-vis. Je me suis assuré expérimentalement qu'un assemblage quelconque de prismes dans un même plan s'oriente horizontalement en tombant dans un fluide [3]. Dans ces conditions, les étoiles et les doubles étoiles vues par M. Dobrowolski présenteraient des faces verticales perpendiculaires entre elles et propres à donner l'anthélie par double réflexion extérieure.

La figure 20 J de l'Ouvrage de M. Dobrowolski montre un assemblage de trois prismes dans un même plan et faisant entre eux des angles égaux. Si ces trois prismes tournent l'un vers l'autre une face latérale, ils réalisent des miroirs verticaux à 120° qui donneront les paranthélies de 120°.

Les prismes de glace s'assemblent parfois aussi dans des plans différents. M. Dobrowolski en a observé jusqu'à 7 disposés dans l'espace autour d'un même point central. Si l'angle solide circonscrivant les prismes est une fraction importante de 4π, l'assemblage ne peut plus avoir de position d'équilibre relatif bien stable en tombant au sein de l'air. En admettant toujours que deux prismes voisins tournent l'un vers l'autre une de leurs faces latérales, de manière à former des miroirs doubles d'ouver-

---

(1) Présentée dans la séance du 13 mai 1907.

(2) Dobrowolski, *La Neige et le Givre* (*Résultats du voyage du S. Y. Belgica*), page 32.

(3) Voir, au sujet de la méthode employée : L. Besson, *Recherches expérimentales sur l'orientation des cristaux de glace atmosphériques* (*Annuaire de la Société météorologique de France*, février 1907).

ture α, il en résultera un halo blanc de rayon 2α, à bord extérieur bien tranché et à bord intérieur un peu dégradé.

Les lois suivant lesquelles se constituent ces assemblages de prismes dans l'espace restent inconnues. Diverses considérations que je ne puis exposer ici, faute de place, m'ont amené à la conclusion que les prismes rayonnant autour d'un même point doivent se diriger vers les centres des faces d'un polyèdre régulier. J'appellerai *assemblage hexaédrique*, par exemple, l'union de six prismes dirigés vers les centres des faces de l'hexaèdre régulier ou cube. Cette sorte d'agrégat existe. M. Dobrowolski l'a observé assez souvent et l'a reproduit dans la figure 20 A^{III} de son Ouvrage. Au tétraèdre, à l'octaèdre et à l'icosaèdre correspondraient des assemblages de 4, 8 et 20 prismes dans lesquels 2 prismes voisins quelconques peuvent tourner exactement l'un vers l'autre une face. L'assemblage dodécaédrique paraît impossible, car chaque prisme y serait entouré de 5 autres équidistants, ce qui ne comporte aucune orientation conciliable avec la symétrie hexagonale du prisme de glace.

L'assemblage tétraédrique fournit des miroirs doubles de 109°28', qu'on retrouve dans l'octaédrique avec d'autres de 70°32' (l'angle supplémentaire). L'assemblage icosaédrique offre des miroirs doubles de 41°48'. En laissant de côté l'assemblage hexaédrique qui ne peut donner qu'une image du Soleil au point du ciel diamétralement opposé à l'astre, nous sommes donc amenés à prévoir deux halos blancs qui auraient respectivement des rayons de $2 \times 70°32' = 141°4'$ ou 38°56' autour du point opposé au Soleil et $2 \times 41°48' = 83°36'$. Or on connaît deux halos blancs et deux seulement. L'un, celui d'Hévélius, est extrêmement rare et n'a jamais été mesuré, mais on évalue son rayon à 90° environ. Une valeur de 83°36' pour ce rayon est parfaitement admissible. L'autre, celui de Bouguer, s'observe assez fréquemment mais a été souvent confondu avec l'arc-en-ciel blanc qui peut avoir à peu près le même diamètre. Son rayon serait, d'après Scoresby, de 38°50' et, d'après une mesure d'Arctowski, de 38°56'. C'est exactement la valeur à laquelle nous avons été conduits théoriquement.

Les assemblages polyédriques de prismes ne sauraient être toujours complets. Ils doivent se réduire fréquemment à 2 prismes faisant entre eux l'angle caractéristique de l'assemblage. Cette sorte de doublet s'oriente, comme il a été dit, horizontalement en tombant et donne des images blanches du Soleil, à la même hauteur que cet astre. Aux halos d'Hévélius

et de Bouguer correspondent en effet des paranthélies qui trouvent ainsi leur explication.

M. **Hans Tomuschat** adresse une Note *Sur les actions mécaniques produites à distance par l'organisme humain.*

(Renvoi à l'examen de M. Lippmann.)

M. **Hugh Clements** adresse un Mémoire intitulé : *Weather, Earthquake and Tidal Predictions.*

M. **Gaetan Fiorentino** adresse une *Théorie concernant les variations de la température du cerveau par rapport aux phénomènes psychiques.*

(Renvoi à l'examen de MM. Giard et Dastre.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

A. L.